

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto



**Estudo de potencial de melhoria da eficiência
energética nos edifícios da Universidade do Porto**

Paulo Roberto Moreira Saraiva

Dissertação realizada no âmbito do
Mestrado Integrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores
Major Energia

Orientador: Prof. Doutor Cláudio Monteiro

Julho de 2010

Resumo

A eficiência energética é um assunto que a sociedade adoptou como preponderante nas suas agendas. As mudanças climáticas levaram os governos a uma procura incessante por energias alternativas. Portugal é um desses países, vindo a registar resultados positivos. No entanto, não só de energias alternativas o futuro sobrevive, ou seja, o uso mais eficiente da energia é fundamental.

A União Europeia com esse objectivo definiu metas ambiciosas para os países da sua comissão, e estes, tal como Portugal definiram estratégias e planos de acção de forma a conseguirem atingir as metas definidas pela UE.

Portugal definiu um conjunto de medidas para os vários sectores da energia. Os edifícios foram um dos sectores que foi incluído nesse pacote. Desta forma, foi definido um Programa de Certificação Energética de Edifícios que tem como objectivo melhorar o desempenho energético do edifício. As auditorias energéticas fazem parte do processo do programa de certificação energética, que através do estudo do consumo específico do edifício se classifica o edifício com uma etiqueta energética, mediante o SCE (Sistema Nacional de Certificação Energética).

O propósito desta dissertação assenta no estudo das auditorias energéticas efectuadas aos edifícios da Universidade do Porto. Auditorias executadas após assinado um protocolo entre a UP e o governo. Serão analisados, pormenorizadamente resultados dessas auditorias, focalizados nos consumos de todas as formas de energia consumida pelos edifícios. O objectivo é, com os resultados, e efectuando análises comparativas poder-se chegar a resultados sobre principais disparidades de consumo e, apontar situações que devem ser aplicadas medidas para melhoria dessas situações.

Palavras-chave: Eficiência Energética, Auditorias Energéticas, Edifícios

Abstract

Energy efficiency is an issue that society has adopted as dominant in their agendas. Climatic changes have led governments to an endless quest for alternative energy. Portugal is one of those countries, been recording positive results. However, not only of alternative energy the future survives, that is, the more efficient use of energy is fundamental.

The European Union for this purpose set ambitious targets for countries of the committee, and these, as Portugal set strategies and action plans so they can reach targets set by the EU.

Portugal has established a set of measures for the various energy factors. The buildings were one of the sectors that were included in this package. So, a specific program of Energy Certification of Buildings was set that aims to improve the energy performance of the building. Energy audits are part of the process of energy certification program, where through the study of specific consumption of the building is classified building with an energy label by the SCE (National Energy Certification).

The purpose of this dissertation is based on the study of energy audits carried out on buildings of the Oporto's University. The audits performed after a protocol signed between the UP and the government, will be examined in detail the results of these audits, focused on the consumption of all forms of energy consumed by buildings. The goal is, with the results, and conducting comparing on the main results, differences in consumption analysis can be reached and pointing out situations where measures should be implemented to improve energy efficiency.

Keywords: Energy Efficiency, Energy Audits, Buildings

Agradecimentos

Ao meu orientador, Professor Doutor Cláudio Domingos Martins Monteiro, um agradecimento muito especial pela dedicação, pelos ensinamentos, pela orientação e pelas palavras de incentivo que muito ajudaram na realização desta dissertação. A confiança depositada em mim foi para mim determinante.

À Universidade do Porto que disponibilizou os relatórios das auditorias, o meu obrigado. Às empresas Smartwatt e Ecoinside e, ao Inegi muito obrigado pelo tempo que dispensaram para me proporcionar todos os elementos que necessitei para a realização da dissertação.

Aos meus pais, muito obrigado por tudo. Obrigado por investirem em mim, na minha formação, para que hoje pudesse estar aqui. São um exemplo para mim.

Ao meu irmão, que sempre acreditou em mim.

Aos meus verdadeiros amigos, e alguns em especial, que sempre me apoiaram e ajudaram no meu percurso de vida e académico.

À minha namorada, Liliana, por toda a ajuda, compreensão, paciência e incentivo. Foste, és, e sei que sempre serás o exemplo de força, de perseverança, de atitude perante a vida que me enche de orgulho em ti.

O meu muito obrigado a todos...

*“Nenhum trabalho de qualidade pode ser feito sem
concentração e auto-sacrifício, esforço e
dúvida.”*

Max Beerbohm

Índice

Resumo	iii
Abstract.....	v
Agradecimentos	vii
Índice.....	xi
Lista de Figuras	xiii
Lista de Tabelas	xvii
Abreviaturas e Símbolos	xix
Capítulo 1	1
Introdução.....	1
1.1 - Enquadramento	1
1.2 - Objectivos.....	5
1.3 - Estrutura da dissertação.....	6
1.4 - Informação Utilizada na Dissertação	6
Capítulo 2	7
Procedimentos Regulamentares Usados em Auditorias e Estudos	7
2.1 - Âmbito de Aplicação	7
2.2 - Procedimentos Usados em Auditorias Energéticas	9
2.2.1 - Fases de Desenvolvimento de uma Auditoria Energética RSECE	9
2.2.1.a -Simulação Dinâmica Energética	10
2.2.1.b -Formato de um relatório de uma Auditoria Energética	15
2.2.2 - Fases de desenvolvimento de um Relatório Técnico do Desempenho Energético de Edifícios RCCTE	16
2.2.2.a -Classificação Energética da Fracção/Edifício.....	17
2.2.2.b -Formato de um Relatório Técnico do Desempenho Energético de uma Fracção Autónoma ou Edifício	18
2.3 - Auditoria QAI	18
2.3.1 - Procedimento Usado na Auditoria QAI.....	19
2.3.2 - Poluentes a Medir	19
2.3.3 - Zonas de Medição.....	20
2.3.4 - Número de pontos a medir em cada zona	21
2.3.5 - Métodos Utilizados para Medição nas Auditorias à QAI	22
2.3.6 - Formato de um Relatório de uma Auditoria QAI	23

2.4 - Planos de Manutenção	24
2.4.1 - Procedimentos Usados nos Planos de Manutenção	25
2.4.2 - Credenciação Técnica para Execução das Acções de Manutenção	28
2.4.3 - Formato de um Relatório de Manutenção.....	30
Capítulo 3	31
Análise de Resultados das Auditorias.....	31
3.1 - Introdução	31
3.2 - Análise Comparativa	31
3.2.1 - Auditorias Energéticas.....	31
3.2.1.a -Análise da Facturação dos Edifícios	31
3.2.1.b -Análise dos Custos de Energia	42
3.2.1.c -Análise de Resultados da Simulação.....	45
3.2.2 - Auditoria à Qualidade do Ar Interior.....	50
3.2.2.a -Edifícios UP	51
3.2.2.b -Edifícios SASUP.....	52
3.2.2.c -Edifícios UP - I&Di	53
3.2.2.d -Edifícios UP - Cultura e Desporto	54
3.2.2.e -Edifícios FIMS	55
3.2.2.f -Análise Comparativa entre Grupos de análise	55
3.2.3 - Planos de Manutenção.....	56
Capítulo 4	59
Conclusões	59
4.1 - Conclusão Final	59
Referências	61
Anexos	63
Anexo A - Tarefas de Manutenção Preventiva	65
Anexo B - Edifícios Inseridos no PE3UP	79
Anexo C - Classificação Energética	85

Lista de Figuras

Figura 1.1 - Consumo total de energia por combustível e intensidade energética[5].	2
Figura 1.2 - Consumo de Energia na Europa por sector, 2006[7].	3
Figura 1.3 - Programas definidos para todas as áreas de actuação no PNAEE[10].	3
Figura 1.4 - Legislação Portuguesa para o desempenho energético de edifícios.	4
Figura 2.1 - Exemplo de um certificado energético[11].	9
Figura 2.2 - Classes Energéticas do SCE (RSECE e RCCTE) [1].	11
Figura 2.3 - Escala de classificação energética do RSECE[2].	14
Figura 2.4 - Esquema da determinação da necessidade de Plano de Racionalização de Energia [17].	15
Figura 2.5 - Tipo de Acções de Manutenção e informação solicitada.	25
Figura 2.6 - Exemplo de uma Ficha de uma OT.	26
Figura 2.7 - Exemplo de uma Folha de Registos.	27
Figura 2.8 - Exemplo de uma Ficha de Manutenção.	28
Figura 3.1 - Consumo médio anual de Energia Eléctrica por área [kWh/(m ² ano)].	32
Figura 3.2 - Consumo médio anual de Gás por área [m ³ /(m ² ano)].	32
Figura 3.3 - Consumo médio anual em Energia Eléctrica por ocupante.	33
Figura 3.4 - Consumo médio anual em Gás por ocupante.	33
Figura 3.5 - Consumo médio anual de Energia Eléctrica por área nas Residências [kWh/(m ² ano)].	34
Figura 3.6 - Consumo médio anual em Gás por área nas Residências [m ³ /(m ² ano)].	34
Figura 3.7 - Consumo médio anual de Energia Eléctrica por ocupante nas Residências [kWh/(ocupante.ano)].	35
Figura 3.8 - Consumo médio anual de Gás por ocupante nas Residências [m ³ /(ocupante.ano)].	35

Figura 3.9 - Consumo médio anual de energia eléctrica por refeição [kWh/(refeição.ano)].....	36
Figura 3.10 - Consumo médio anual de gás por refeição [m^3 /(refeição.ano)].....	36
Figura 3.11 - Consumo médio anual de Energia Eléctrica por área nas Residências + Cantina [kWh/(m^2 ano)].....	37
Figura 3.12 - Consumo médio anual em Gás por área nas Residências [m^3 /(m^2 ano)].....	37
Figura 3.13 - Consumo médio anual de Energia Eléctrica por ocupante nas Residências + Cantina [kWh/(ocupante.ano)].....	37
Figura 3.14 - Consumo médio anual de Gás por ocupante nas Residências + Cantina [m^3 /(ocupante.ano)].....	37
Figura 3.15 - Consumo médio anual de energia eléctrica por refeição [kWh/(refeição.ano)].....	38
Figura 3.16 - Consumo médio anual de gás por refeição [m^3 /(refeição.ano)].....	38
Figura 3.17 - Consumo médio anual de Energia Eléctrica por área [kWh/(m^2 ano)].....	39
Figura 3.18 - Consumo médio anual de Gás por área [m^3 /(m^2 ano)].....	39
Figura 3.19 - Consumo médio anual de Energia Eléctrica por área [kWh/(m^2 ano)].....	40
Figura 3.20 - Consumo médio anual de Gás por área [m^3 /(m^2 ano)].....	40
Figura 3.21 - Consumo médio anual de Energia Eléctrica por área por tipologia [kWh/(m^2 ano)].....	41
Figura 3.22 - Consumo médio anual de gás por tipologia [m^3 /(m^2 ano)].....	42
Figura 3.23 - Custos em Energia antes e após as medidas de melhoria propostas pelas auditorias energéticas.....	43
Figura 3.24 - Valor da redução obtida em percentagem dos custos em energia após as medidas de melhoria propostas pelas auditorias energéticas.....	44
Figura 3.25 - Custo específico de aquisição de electricidade por tipo de edifício (€/kWh)...	44
Figura 3.26 - Custo específico de aquisição de gás por tipo de edifício (€/ m^3).....	45
Figura 3.27 - Resultados da simulação energética, índices de eficiência energética nos Edifícios UP.....	46
Figura 3.28 - IEE de Aquecimento nos Edifícios UP.....	46
Figura 3.29 - IEE de Arrefecimento nos Edifícios UP.....	46
Figura 3.30 - IEE outros para os Edifícios da UP.....	47
Figura 3.31 - Resultados da simulação energética, índices de eficiência energética nos Edifícios UP - I&DI.....	47
Figura 3.32 - IEE de Aquecimento nos Edifícios UP - I&DI.....	48
Figura 3.33 - IEE de Arrefecimento nos Edifícios UP - I&DI.....	48

Figura 3.34 - IEE outros para os Edifícios da UP - I&DI.	48
Figura 3.35 - Resultados da simulação energética, índices de eficiência energética nos Edifícios UP - Cultura e Desporto.....	48
Figura 3.36 - IEE de Aquecimento nos Edifícios UP - Cultura e Desporto.	49
Figura 3.37 - IEEout para os Edifícios da UP - Cultura e Desporto.	49
Figura 3.38 - IEE de Aquecimento, Arrefecimento e Outros desagregado por tipo de edifícios.	49
Figura 3.39 - IEE de Aquecimento por tipo de edifícios.....	50
Figura 3.40 - IEE de Arrefecimento por tipo de edifícios.	50
Figura 3.41 - IEE outros por tipo de edifícios.	50
Figura 3.42 - Percentagem de pontos medidos que se encontram acima dos valores de referência para os Edifícios do 1º Grupo de análise: UP.	51
Figura 3.43 - Percentagem de pontos medidos que se encontram acima dos valores de referência para os Edifícios do 2º Grupo de análise: UP.	52
Figura 3.44 - Percentagem de pontos medidos que se encontram acima dos valores de referência para os Edifícios do 3º Grupo de análise: UP	53
Figura 3.45 - Percentagem de pontos medidos que se encontram acima dos valores de referência para os Edifícios do 4º Grupo de análise: UP	54
Figura 3.46 - Resultados da Média dos pontos acima do valor máximo de referência por cada grupo de análise.	55
Figura 3.47 - Média de todos os poluentes com os pontos acima dos valores máximos de referência.	56

Lista de Tabelas

Tabela 1.1 - Metas e Descrição dos Programas do PNAEE para o Sistema de Eficiência Energética nos Edifícios [10].	5
Tabela 2.1 - Aplicação dos Regulamentos térmicos dos Edifícios de Habitação [13].	8
Tabela 2.2 - Aplicação dos Regulamentos Térmicos dos Edifícios de Serviços [13].	8
Tabela 2.3 - Aplicação dos Regulamentos Térmicos dos Edifícios [13].	9
Tabela 2.4 - Valores Limite dos consumos globais específicos dos serviços existentes[18]....	13
Tabela 2.5 - Valor do parâmetro S para o cálculo da classe energética[19].	14
Tabela 2.6 - Escala de classificação energética dos edifícios ou fracções autónomas em edifícios[19].	18
Tabela 2.7 - Poluentes a serem medidos numa Auditoria QAI e valores máximos de concentração de referência que se pode encontrar [15].	20
Tabela 2.8 - Métodos de medição e características técnicas dos aparelhos[22].	22
Tabela 2.9 - Método de colheita para poluentes microbiológicos (bactérias e fungos)[22]. ..	23
Tabela 2.10 - Categoria e Requisitos para credenciação dos Técnicos de manutenção[24]. ..	29
Tabela 2.11 - Categoria e Requisitos para credenciação dos Técnicos de manutenção (Continuação)[24].	30
Tabela 3.1 - Consumo médio anual em Energia Eléctrica e Gás para os Edifícios UP.	34
Tabela 3.2 - Consumo médio anual em Energia Eléctrica e Gás para os Edifícios SASUP	38
Tabela 3.3 - Consumo médio anual em Energia Eléctrica e Gás para os Edifícios UP - I&Di... 40	
Tabela 3.4 - Consumo médio anual em Energia Eléctrica e Gás para os Edifícios UP - Cultura e Desporto.	41
Tabela 3.5 - Valor do custo em energia consumida, por tipo de edifícios (€/ano).	42
Tabela 3.6 - Valor obtido em euros/ano de poupança no consumo de energia após aplicadas as medidas de melhoria (€/ano).	43

Tabela 3.7 - Número de pontos que foram medidos para análise dos poluentes em cada Edifício para o 1º Grupo de análise: UP.	51
Tabela 3.8 - Número de pontos que foram medidos para análise dos poluentes em cada Edifício para o 2º Grupo de análise: UP.	52
Tabela 3.9 - Número de pontos que foram medidos para análise dos poluentes em cada Edifício para o 3º Grupo de análise: UP.	53
Tabela 3.10 - Número de pontos que foram medidos para análise dos poluentes em cada Edifício para o 4º Grupo de análise: UP.	54
Tabela 3.11 - Inventariado dos equipamentos presentes nos planos de manutenção.	56

Abreviaturas e Símbolos

Lista de abreviaturas (ordenadas por ordem alfabética)

AE	Auditoria Energética
APIEF	Centro de Formação Profissional Indústria Térmica, Energia e Ambiente
AVAC	Aquecimento, Ventilação e Ar-Condicionado
CEMUP	Centro de Materiais da Universidade do Porto
CO	Monóxido de Carbono
CO ₂	Dióxido de Carbono
COP	Coeficiente de performance
COV	Compostos Orgânicos Voláteis
CUP	Círculo Universitário
DGEG	Direcção Geral de Energia e Geologia
EE	Eficiência Energética
EER	Classificação de eficiência energética de Ar - Condicionado
EPBD	Energy Performance of Buildings Directive
FADEUP	Faculdade de Desporto da Universidade do Porto
FAUP	Faculdade de Arquitectura da Universidade do Porto
FBAUP	Faculdade de Belas Artes da Universidade do Porto
FCUP	Faculdade de Ciências da Universidade do Porto
FDUP	Faculdade de Direito da Universidade do Porto
FEP	Faculdade de Economia da Universidade do Porto
FEUP	Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
FIMS	Fundação Instituto Marques da Silva
FLUP	Faculdade de Letras da Universidade do Porto
FMDUP	Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto
FPCEUP	Faculdade de Psicologia e Ciências da Educação da Universidade do Porto
HCHO	Formaldeído
I&Di	Edifícios de Ensino, Investigação e transferência de tecnologia
IEE	Indicador de Eficiência Energética

IEE _I	Indicador de Eficiência Energética de Aquecimento
IEE _V	Indicador de Eficiência Energética de Arrefecimento
IEFP	Instituto do Emprego e Formação Profissional
IPATIMUP	Instituto de Patologia e Imunologia Molecular da Universidade do Porto
MTEP	Milhões toneladas equivalentes de petróleo
O ₃	Ozono
OT	Ordem de Trabalho
PE3UP	Plano de Eficiência Energética em Edifícios da Universidade do Porto
PIB	Produto Interno Bruto
PM ₁₀	Partículas Suspensas no Ar
PMP	Plano de Manutenção Preventiva
PNAEE	Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética
PQ	Perito Qualificado
PRE	Plano de Racionalização energética
QAI	Qualidade do Ar Interior
Q _{aq}	Consumo de Energia de Aquecimento
Q _{arr}	Consumo de Energia de Arrefecimento
Q _{out}	Consumo de Energia não ligado aos processos de aquecimento e arrefecimento
RCCTE	Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios
RSECE	Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios
RUP	Reitoria da Universidade do Porto
SASUP	Serviços de Acção Social da Universidade do Porto
SCE	Sistema de Certificação Energética e Qualidade do Ar Interior
TIM	Técnico de Instalação e manutenção
TQAI	Técnico da Qualidade do Ar Interior
TRF	Técnico Responsável pelo Funcionamento
UE	União Europeia
UE-25	25 Membros da União Europeia
UP	Universidade do Porto
UTA	Unidade de Tratamento de Ar

Lista de símbolos

F_{CI}	Factor de correcção do consumo de energia de aquecimento
F_{CV}	Factor de correcção do consumo de energia de arrefecimento
N_A	Necessidades de energia para preparação das águas quentes sanitárias
N_{AC}	Necessidades anuais globais estimadas de energia primária para águas quentes sanitárias

N_I	Necessidades nominais de energia útil para aquecimento
N_{I1}	Necessidades máximas de aquecimento permitidas pelo RCCTE, calculadas para o edifício em estudo, como se estivesse localizado na zona de referência I1;
N_{Ii}	Necessidades máximas de aquecimento permitidas pelo RCCTE, calculadas para o edifício em estudo, na zona onde está localizado o edifício;
N_{V1}	Necessidades máximas de arrefecimento permitidas pelo RCCTE, calculadas para o edifício em estudo, como se estivesse localizado na zona de referência I1-V1;
N_{Vi}	Necessidades máximas de arrefecimento permitidas pelo RCCTE, calculadas para o edifício em estudo, na zona onde está localizado o edifício;
N_{IC}	Necessidades anuais globais estimadas de energia primária para aquecimento
N_{TC}	Necessidades anuais globais estimadas de energia primária para Aquecimento, Arrefecimento e AQS
N_V	Necessidades nominais de energia útil para arrefecimento
N_{VC}	Necessidades anuais globais estimadas de energia primária para arrefecimento
P_r	Potência Nominal de Aquecimento e Arrefecimento

Lista de unidades

Bq	Becquerel
Kgep	Kilograma Equivalente de Petróleo
kW	Kilowatt
kWp	Kilowatt - pico
TEP	Toneladas Equivalente de Petróleo
UFC	Unidades Formadoras de Colónias

Capítulo 1

Introdução

1.1 - Enquadramento

A presente situação energética levou a que a gestão dos recursos de energia seja hoje um dos principais desafios, a nível mundial, que a sociedade moderna enfrenta[1].

A energia é um bem escasso e, como tal, é urgente que governos, empresas e todos os cidadãos adoptem medidas de eficiência energética[2], portanto a Comissão Europeia adoptou um plano de acção cujo objectivo é reduzir 20% do consumo de energia até 2020[3]. O plano elaborado tem como objectivo melhorar o rendimento energético, sendo que este seria obtido a partir de todos os quadrantes de consumo de energia, com a finalidade de melhorar o rendimento energético dos produtos, dos edifícios e serviços, da produção e distribuição de energia, reduzir o impacto dos transportes no consumo energético, facilitar o financiamento e a realização de investimentos neste domínio, suscitar e reforçar um comportamento racional em matéria de consumo de energia e consolidar a acção internacional em matéria de eficiência energética[3]. As medidas adoptadas pela Comissão e apresentadas no plano de acção são as que apresentam a melhor relação custo - eficácia, sendo as medidas as seguintes[3]:

- Melhorar o desempenho energético;
- Melhorar a transformação de energia;
- Limitar a factura ligada aos transportes;
- Financiamentos, incentivos e tarifação;
- Alterar os comportamentos;
- Adaptar e desenvolver as parcerias internacionais.

Todas as medidas apresentadas focam e persistem que, definitivamente, o consumo de energia pode melhorar e, de forma eficiente. Os edifícios, irreversivelmente, têm um potencial significativo de redução, pois estes são responsáveis pelo consumo de cerca de 40% de energia. Para tal, como referido anteriormente, a UE adoptou legislação para que os edifícios consumissem menos. O desempenho energético dos edifícios (Directiva EPBD) é uma parte essencial dessa legislação obrigando todos os países da UE a melhorar os seus regulamentos de construção e introdução de sistemas de certificação energética de edifícios[4].

2 Introdução

A política da eficiência energética é também um factor de poupança significativa na factura de energia das famílias, tendo assim um impacto directo na vida quotidiana do cidadão europeu. Ora vejamos, os 25 Estados-Membros da UE consomem anualmente algo como 1725 Mtep de energia. O preço associado a este consumo é elevado, na ordem dos 500 mil milhões de euros, ou de outra perspectiva mais de 1000 euros por pessoa por ano. Ou seja, uma maior poupança de energia por parte da UE, além de um maior respeito pelo ambiente, pois o consumo de energia contribui também de forma importante para as alterações climáticas, e a redução de custos para a economia da UE num momento de menor competitividade é importante para se conseguir dar um impulso à economia europeia[5].

O consumo de energia, como referido anteriormente, é também prejudicial para o meio ambiente, isto porque o consumo de energia europeu ainda é predominado pela energia produzida por combustíveis fósseis (Figura 1.1). Desde o início dos anos setenta até 2002, o consumo de energia na UE-25 aumentou quase 40% - 1% ao ano - enquanto o PIB aumentou para o dobro, com uma taxa média de crescimento de 2,4% ao ano. A intensidade energética - relação entre o PIB e o consumo de energia - diminuiu portanto um terço. Contudo, desde 2000 a evolução da intensidade energética tem sido menos marcada, atingindo apenas 1% em dois anos (Figura 1.1) [5].

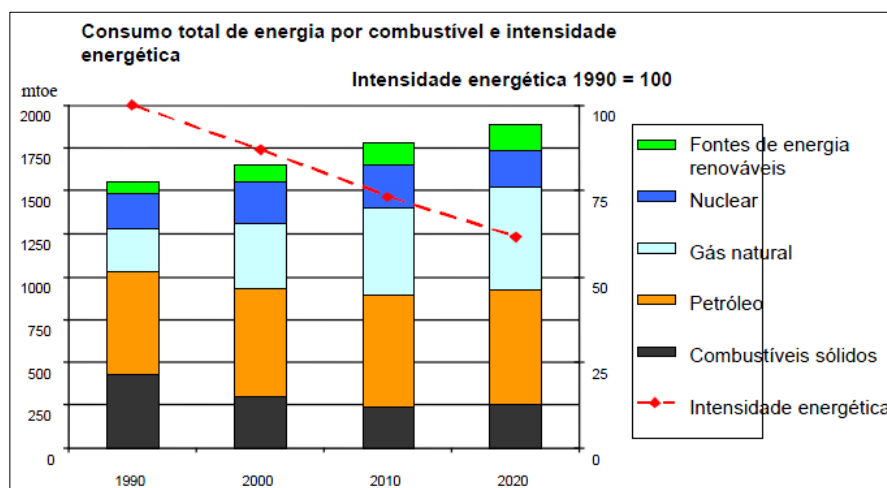


Figura 1.1 - Consumo total de energia por combustível e intensidade energética[5].

A Directiva 2002/91/CE relativa ao desempenho energético dos edifícios, estabelece os seguintes requisitos[6]:

- Enquadramento geral para uma metodologia de cálculo do desempenho energético integrado dos edifícios;
- Aplicação de requisitos mínimos para o desempenho energético dos novos edifícios;
- Aplicação de requisitos mínimos para o desempenho energético dos grandes edifícios existentes que sejam sujeitos a importantes obras de renovação;
- Certificação energética dos edifícios;
- Inspeção regular de caldeiras e instalações de ar condicionado nos edifícios e, complementarmente, avaliação da instalação de aquecimento quando as caldeiras tenham mais de 15 anos.

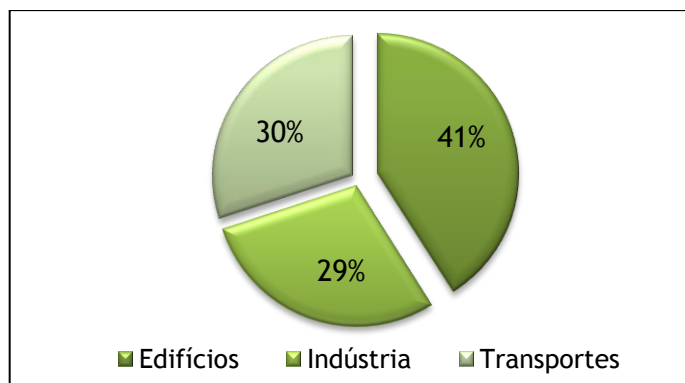


Figura 1.2 - Consumo de Energia na Europa por sector, 2006[7].

Com a aplicação das medidas de eficiência, a Comissão Europeia considera que serão conseguidas poupanças de energia bastante significativas, em todos os sectores, uma vez que os edifícios são um dos maiores responsáveis pelo consumo, também poderão ser fonte de uma maior poupança. O potencial de poupança nos edifícios (edifícios residenciais e para uso comercial (terciário)) será de 27% a 30%, as indústrias transformadoras têm hipótese de poupanças na ordem dos 25% e o sector dos transportes um valor que pode chegar aos 26%[3].

Em Portugal, foi aprovado o Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética (PNAEE), documento que engloba um conjunto alargado de programas e medidas consideradas fundamentais para que Portugal possa alcançar e suplantar os objectivos fixados no âmbito da Directiva n.º 2006/32/CE [8]. O PNAEE abrange quatro áreas específicas, objecto de orientações de cariz predominantemente tecnológico: Transportes, Residencial e Serviços, Indústria e Estado. Adicionalmente, estabelece três áreas transversais de actuação - Comportamentos, Fiscalidade, Incentivos e Financiamentos - sobre as quais incidiram análises e orientações complementares. Todas as áreas referidas anteriormente agregam um conjunto de programas que integram de uma forma coerente um vasto leque de medidas de eficiência energética, orientadas para a procura energética[9].

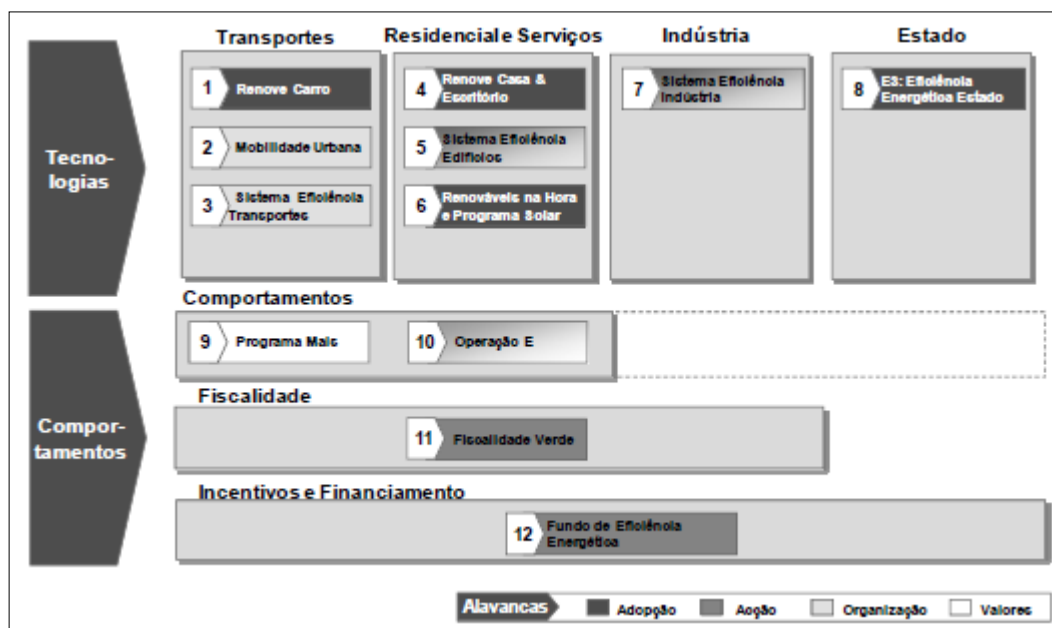


Figura 1.3 - Programas definidos para todas as áreas de actuação no PNAEE[10].

4 Introdução

Estes programas levarão a que, em 2015, se obtenha efectivamente uma poupança significativa e que consigamos ultrapassar a meta definida pela UE, em cerca de 20% com contributos de eficiência distribuídos pelos vários sectores de actividade e com o Estado a liderar em termos de eficiência, com uma economia induzida de cerca de 12%. Em 2015, os transportes serão a maior expressão anual na eficiência energética, a área Residencial e Serviços conseguirá, ainda assim, 330 e 150 mil tep, respectivamente[9].

O Programa de Certificação Energética de Edifícios visa melhorar o desempenho energético dos edifícios, através da melhoria da classe média de eficiência energética do parque edificado, mediante a implementação das orientações que regulam o Sistema de Certificação Energética (SCE)[9]. O Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior (SCE) engloba os Decretos-Lei que transpuseram a Directiva n.º 2002/91/CE para Portugal, sendo que o Decreto-Lei n.º 78/2006 foi a novidade legislativa em Portugal. Porém, não é só pelo Decreto-Lei n.º 78/2006 que o SCE é estruturado, sendo o Decreto-Lei n.º 79/2006 e o Decreto-Lei n.º 80/2006 que completam a estrutura que transpõe a Directiva n.º 2002/91/CE para direito nacional[11].

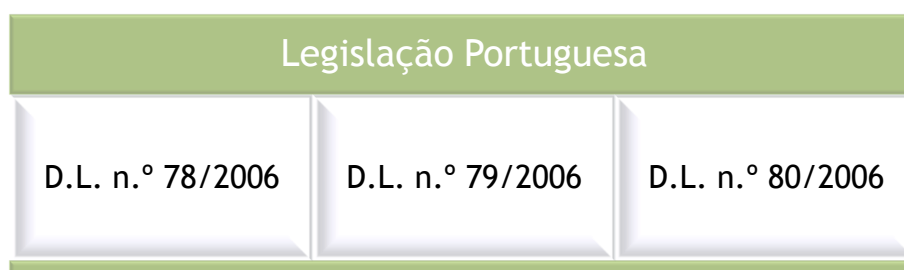


Figura 1.4 - Legislação Portuguesa para o desempenho energético de edifícios.

A legislação Portuguesa é baseada em três Decretos-Lei, um que define as regras e as metodologias para a verificação da aplicação efectiva dos regulamentos aos edifícios novos e já construídos, assim como direitos e deveres dos proprietários ou promotores, coimas em caso de incumprimento e outros aspectos de natureza legal - Decreto-Lei n.º 78/2006. O Decreto-Lei n.º 79/2006 - RSECE - Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios e, por fim, o Decreto-Lei n.º 80/2006 - RCCTE - Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios[2].

O programa e as medidas presentes na Tabela 1.1 têm como objectivo certificarem, até 2015, cerca de metade dos edifícios de serviços como classe energética B- ou superior. Estas medidas terão os impactos pretendidos, ou seja, a certificação energética produz economias potenciais superiores a 30%, decorrentes de intervenções nas seguintes áreas: renováveis (5 %), isolamentos (6 %), pontes térmicas (1 %), superfícies envidraçadas (9 %), sombreamentos (1 %), iluminação (21 %) e sistemas de climatização (3 %)[10].

Tabela 1.1 - Metas e Descrição dos Programas do PNAEE para o Sistema de Eficiência Energética nos Edifícios [10].

Plano Nacional Acção Eficiência Energética							
Programas e Medidas			Impactos (tep)		Metas		
Designação da medida	Código da medida	Descrição	Cenário intermédio		Indicadores	Actual	
			2010	2015			
Edifícios de Serviços	R&S5M2	Alcançar nos novos edifícios quotas mínimas por classes eficientes. Aumento da penetração de sistemas de cogeração. Implementação de solar térmico e de microprodução em escolas.	32.561	98.386	Nº certificados emitidos	9.427	22.705

Ao abrigo desta política, o Estado Português e a Universidade do Porto celebraram um protocolo relativo à comparticipação do estado para a realização de obras com vista à melhoria da eficiência energética dos edifícios públicos, inserido na Iniciativa para o Investimento e o Emprego[12].

O PE3UP, sigla por que ficou conhecido o Plano de Eficiência Energética nos Edifícios da Universidade do Porto, destina-se a identificar as medidas de eficiência energética aplicáveis na UP. Parte das iniciativas do plano consistem em auditorias, medições, certificações e elaboração de planos detalhados de acção, manutenção e comportamento. As medidas para as quais a UP solicitou financiamento foram[12]:

- Auditoria à eficiência energética (EE) e à qualidade do ar interior (QAI), incluindo certificação;
- Sistema de medição e gestão energética;
- Sistema/ Plano de gestão da manutenção;
- Planos Comportamentais;
- Melhoria da eficiência nas instalações eléctricas;
- Melhoria da eficiência em sistemas de aquecimento, refrigeração;
- Melhoria da eficiência em sistemas de ventilação;
- Instalação de Solar Térmico;
- Instalação de sistemas de isolamento térmico;
- Instalação de janelas, vidros eficientes, películas, caixilharia e sistemas de sombreamento eficientes;
- Iluminação eficiente;
- Central fotovoltaica de 800 kWp na FEUP;
- Plano de sustentabilidade para a UP;
- Gestão do Plano de Eficiência Energética nos Edifícios da Universidade do Porto.

1.2 - Objectivos

Os objectivos definidos para a dissertação assentam em 3 pontos fundamentais, abaixo discriminados:

1. Análise de resultados das Auditorias Energéticas nos diferentes tipos de edifícios da Universidade do Porto. Pretende-se analisar os resultados dos consumos específicos em termos de espaço, por ocupante, e/ou refeição, tanto através da análise de facturas, como a partir da simulação energética. Procedendo a uma desagregação destes resultados pelos tipos de edifício e, por último, uma análise dissociada por fonte de energia.
2. Análise da Qualidade do Ar Interior (QAI) dos edifícios.
3. Análise dos Planos de Manutenção dos edifícios.

1.3 - Estrutura da dissertação

A estrutura da dissertação assenta em 4 capítulos.

O presente capítulo, a Introdução, tem na sua constituição o enquadramento e os objectivos definidos para a dissertação como pontos fundamentais.

No segundo capítulo, serão apresentados os procedimentos regulamentares usados em auditorias e estudo. Serão demonstrados todos os procedimentos utilizados pelas empresas que efectuaram as auditorias energéticas, qualidade do ar interior e planos de manutenção.

No capítulo 3, serão expostas as análises dos resultados obtidos. Apresentar-se-á os resultados aos objectivos propostos, e serão efectuadas análises comparativas e recomendações a partir desses resultados obtidos.

No último capítulo, capítulo 4, serão efectuadas as conclusões finais da dissertação.

1.4 - Informação Utilizada na Dissertação

Para a realização da dissertação foram fornecidos relatórios dos edifícios na UP. Os relatórios fornecidos representam a documentação redigida das Auditorias Energéticas aos Edifícios, das Auditorias da Qualidade do Ar Interior, Planos de Manutenção e Planos Comportamentais.

Todos os relatórios foram gentilmente fornecidos pela Universidade do Porto, e foram realizadas pelas 3 empresas seguintes, sendo fundamentais para a realização da dissertação:

- Smartwatt;
- INEGI;
- Ecoinside.

Capítulo 2

Procedimentos Regulamentares Usados em Auditorias e Estudos

No presente capítulo são abordados os aspectos que estão inerentes a todo o universo das Auditorias Energéticas (AE). Serão apresentados todos os procedimentos utilizados, a legislação e normas que são respeitadas, a diferença entre os procedimentos nos edifícios RSECE e RCCTE e a forma como a informação é apresentada nos relatórios das AE.

2.1 - Âmbito de Aplicação

Estão abrangidos pelo Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios (SCE), os seguintes edifícios[13]:

- Os novos edifícios, bem como, os existentes que se encontram sujeitos a grandes intervenções de reabilitação, ou seja, os que requerem uma intervenção na envolvente ou nas instalações energéticas ou outras, cujo custo seja superior a 25 % do valor do edifício, nas condições definidas no RCCTE, independentemente de estarem ou não sujeitos a licenciamento ou a autorização da entidade competente para o licenciamento, se for o caso;
- Os edifícios de serviços existentes, sujeitos periodicamente a auditorias, conforme especificado no RSECE;
- Os edifícios existentes, para habitação e para serviços, aquando da celebração de contratos de venda e de locação, incluindo o arrendamento, casos em que o proprietário deve apresentar ao potencial comprador, locatário ou arrendatário o certificado emitido no âmbito do SCE.

Excluem-se do âmbito de aplicação do SCE as infra-estruturas militares e os imóveis afectos ao sistema de informações ou a forças de segurança que se encontrem sujeitos a regras de controlo e confidencialidade.

8 Procedimentos Regulamentares Usados em Auditorias e Estudos

Em relação aos regulamentos técnicos (RCCTE e RSECE), o âmbito de aplicação pode ser sintetizado nas seguintes tabelas:

Tabela 2.1 - Aplicação dos Regulamentos térmicos dos Edifícios de Habitação [13].

Aplicação dos Regulamentos Térmicos dos Edifícios		
Habitação	Sujeitos a licenciamento municipal e a processo de Certificação Energética	
Novos Edifícios	Regulamentos aplicáveis	Requisitos
Sem sistemas de climatização ou $Pr^1 \leq 25$ kW	RCCTE	Energéticos
Com sistemas de climatização $Pr > 25$ kW	RCCTE + RSECE	Energéticos e Qualidade do Ar

Tabela 2.2 - Aplicação dos Regulamentos Térmicos dos Edifícios de Serviços [13].

Aplicação dos Regulamentos Térmicos dos Edifícios		
Serviços	Sujeitos a licenciamento municipal e a processo de Certificação Energética	
Novos Edifícios	Regulamentos aplicáveis	Requisitos
Todos os pequenos edifícios sem sistemas de climatização ou $P \leq 25$ kW	RCCTE	Energéticos
Pequenas Áreas $< 1000/500$ m ² todos os edifícios com $P > 25$ kW	RSECE	Energéticos e Qualidade do Ar
Grandes: Áreas $> 1000/500$ m ² todos os edifícios	RSECE	Energéticos e Qualidade do Ar

¹ P_r - Potência Nominal de Aquecimento e Arrefecimento

Tabela 2.3 - Aplicação dos Regulamentos Térmicos dos Edifícios [13].

Aplicação dos Regulamentos Térmicos dos Edifícios		
Edifícios Serviços Existentes	Procedimentos	Requisitos
Grandes: Áreas > 1000/500 m ²	Auditoria Energética e QAI	Energéticos e Qualidade do Ar

2.2 - Procedimentos Usados em Auditorias Energéticas

2.2.1 - Fases de Desenvolvimento de uma Auditoria Energética RSECE

A execução de uma Auditoria Energética consiste no estudo das condições de utilização de energia na instalação e na identificação de oportunidades de melhoria do desempenho energético da mesma, com o objectivo de reduzir o peso da factura energética na estrutura de custos globais[14].

Uma auditoria sendo um método de avaliação da situação energética existente num edifício ou fracção autónoma[15], apresenta uma série de análises e fases de teste, a que o edifício é avaliado para que possa ser emitido, o desejado, certificado energético.

Certificação Energética de Edifícios
Nº DER 02545072007

CERTIFICADO DE DESEMPENHO ENERGÉTICO E DA QUALIDADE DO AR INTERIOR

TIPO DE EDIFÍCIO: EDIFÍCIO HABITAÇÃO UNIFAMILIAR / FRACÇÃO AUTÓNOMA DE EDIF. MULTIFAMILIAR

Morada / Situação: _____
Localidade: _____
Concelho: _____
Data de emissão do certificado: _____
Número do ponto de medição: _____
Imagem desenhada no: ☐ Conservatório de Registo Predial de Lisboa e AF ☐ AF, Arquivo AF

Frequência: _____
Rajão: _____
Validade do certificado: _____
Número do ponto de medição: _____
Fracção autónoma: _____

1. ETIQUETA DE DESEMPENHO ENERGÉTICO

Indicadores de desempenho:

- Necessidades anuais globais estimadas de energia útil para climatização e água quente: ☐ Melhor/ano
- Necessidades anuais globais estimadas de energia útil para climatização e água quente (sem ITR): ☐ Melhor/ano
- Valor limite máximo regulamentar para as necessidades anuais globais de energia primária para climatização e água quente: ☐ Melhor/ano
- Emissões anuais de gases de efeito estufa associadas à energia primária para climatização e água quente: ☐ Transição de CO₂ equivalente por ano

2. DESAFOREGAÇÃO DAS NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA ÚTIL

Necessidades nominais de energia útil para:	Valor estimado para as condições de conforto interior da referência	Valor limite regulamentar para as necessidades anuais
Aquecimento	100000 kWh/ano	100000 kWh/ano
Arrefecimento	100000 kWh/ano	100000 kWh/ano
Preparação de água quente sanitária	100000 kWh/ano	100000 kWh/ano

NOTAS EXPLICATIVAS

As necessidades nominais de energia útil para climatização e água quente são calculadas com base no valor de referência de 100000 kWh/ano para cada uma das três necessidades nominais de energia útil para climatização e água quente. Os valores nominais de energia útil para climatização e água quente são calculados com base no valor de referência de 100000 kWh/ano para cada uma das três necessidades nominais de energia útil para climatização e água quente. Os valores nominais de energia útil para climatização e água quente são calculados com base no valor de referência de 100000 kWh/ano para cada uma das três necessidades nominais de energia útil para climatização e água quente.

Figura 2.1 - Exemplo de um certificado energético[11].

O processo de desenvolvimento de uma auditoria energética apresenta duas fases distintas. Uma primeira fase em que é realizado o trabalho de campo, o levantamento dos demais dados referentes aos edifícios, e uma segunda fase em que se efectua a análise e se procede ao tratamento dos dados recolhidos.

Os dados recolhidos são[14]:

- Descrição das instalações, complementada com plantas, dos processos de fabrico e respectivos regimes de funcionamento;

- Produções da instalação: Capacidades instaladas, níveis de produção verificados no período da auditoria, previsões para anos futuros, Valor Acrescentado Bruto;
- Consumos de energia eléctrica, térmica e outras formas de energia: consumos de cada instalação, diagramas de consumos, consumos específicos e facturas;
- Descrição dos principais sectores, com indicação do tipo de energias utilizadas e os principais equipamentos nesses sectores;
- Principais infra-estruturas energéticas existentes.

A segunda fase, consecutiva à inicial, é a análise e tratamento dos elementos recolhidos, ou seja, um exame crítico - com base na informação obtida, onde realizar-se-ão as seguintes tarefas:

- Análise das condições de funcionamento dos equipamentos de conversão e de utilização de energia. Análise das redes de transporte e distribuição de energia;
- Estabelecimento de balanços de massa e de energia nos equipamentos principais;
- Determinação dos consumos específicos de energia por tipo ou famílias de produto acabado, bem como das intensidades energética e carbónica;
- Identificação de eventuais medidas de racionalização e de economia de energia viáveis do ponto de vista técnico e económico;
- Estimativa do potencial de economia de energia correspondente às medidas e aos investimentos identificados;
- Descrição das medidas e dos investimentos necessários para obter eventuais economias potenciais, com identificação dos custos estimados (incluindo custos de investimento e custos de exploração) e avaliação da viabilidade económica dessas medidas e investimentos. Procurar-se-á aferir os custos de investimento através da realização de consultas ao mercado, baseadas em especificações sumárias dos sistemas e equipamentos;
- Elaboração de um relatório da auditoria contendo toda a informação e documentação produzida nesta fase.

Estes procedimentos serão determinantes para se chegar ao consumo nominal específico de cada edifício. Caso esse consumo ultrapasse o consumo máximo de referência, o proprietário do edifício ou fracção autónoma deve submeter, o mesmo, a um plano de racionalização energética (PRE) à aprovação da DGEG, ou dos órgãos competentes das Regiões Autónomas, no prazo de três meses a partir da data de conclusão da auditoria energética[16].

2.2.1.a - Simulação Dinâmica Energética

O método que efectua a análise do desempenho energético que permite avaliar, de uma forma quantitativa, os consumos potenciais de energia do edifício e dos seus sistemas para determinadas condições de utilização e funcionamento dos mesmos é a simulação dinâmica[17].

Com a simulação dinâmica podemos determinar também aspectos como as necessidades de aquecimento e arrefecimento de um edifício, os ganhos internos procedentes da sua utilização e dos elementos exteriores, as perdas pela envolvente, a desagregação dos consumos a diferentes níveis (por exemplo, por utilização, por espaço ou por tipo de combustível), entre outros. Constitui, por isso, uma importante ferramenta para ensaio de

diferentes soluções de projecto e de alternativas na operação e gestão do funcionamento de edifícios[17].

A simulação serve principalmente para determinar o IEE (Indicador de Eficiência Energética) e para dimensionamento dos sistemas de climatização. É também uma ferramenta útil para o estudo de potenciais medidas de melhoria[16].

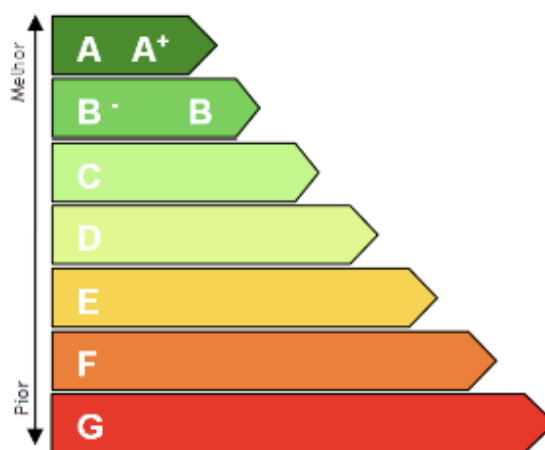


Figura 2.2 - Classes Energéticas do SCE (RSECE e RCCTE) [1].

O processo de cálculo do IEE nominal de um grande edifício consiste em 3 etapas, sendo a primeira etapa a calibração do modelo de simulação, a simulação dos consumos nominais é a etapa seguinte e, por último, determina-se o IEE nominal.

A 1ª etapa da simulação - calibração do modelo - passa pela caracterização do edifício usando todos os elementos que respeitam as condições reais de funcionamento do mesmo (ocupação, equipamentos, iluminação). Obtenção, por meio de simulação dinâmica, do consumo de energia total (por forma de energia) e a desagregação desses consumos por utilização final. A diferença destes consumos não deve ter um desvio superior a 10% do facturado e do observado por auditoria energética referente à desagregação por utilização final. Para a calibração do modelo de simulação é usado, preferencialmente, o ficheiro climático com dados referentes ao(s) ano(s) a que respeitam as facturas energéticas e auditoria energética, em caso de impossibilidade de utilização destes dados será utilizado, o ficheiro climático com dados referentes ao ano climático padrão (STE-Solterm) [17].

A 2ª etapa - simulação dos consumos nominais - passa por, mantendo o modelo com a calibração do ponto anterior, substituir os perfis reais (ocupação, equipamentos e iluminação) pelos perfis de densidade de referência, de acordo com o anexo XV do RSECE [17].

A 3ª etapa - determinação do IEE nominal - passa por aplicar as fórmulas de cálculo para determinação do IEE nominal de acordo com o anexo IX do RSECE [17].

O IEE é calculado a partir dos consumos efectivos de energia de um edifício durante um ano, convertidos, utilizando os factores de conversão para uma base de energia primária[18].

$$IEE = IEE_I + IEE_V + \frac{Q_{out}}{A_p} , \quad (2.1)$$

onde:

IEE - Indicador de Eficiência Energética [kgep/(m².ano)];

IEE_I - Indicador de Eficiência Energética de Aquecimento [kgep/(m².ano)];

IEE_V - Indicador de Eficiência Energética de arrefecimento [kgep/(m².ano)];

Q_{out} - Consumo de energia não ligado aos processos de aquecimento e arrefecimento (kgep/ano);

A_p - Área útil do pavimento (m²).

Por sua vez,

$$IEE_I = \frac{Q_{aq}}{A_p} \times F_{CI} \quad , \quad (2.2)$$

$$IEE_V = \frac{Q_{arr}}{A_p} \times F_{CV} \quad , \quad (2.3)$$

Em que:

Q_{aq} - Consumo de energia de aquecimento (kgep/ano);

F_{CI} - Factor de correcção do consumo de energia de aquecimento;

Q_{arr} - Consumo de energia de arrefecimento (kgep/ano);

F_{CV} - Factor de correcção do consumo de energia de arrefecimento;

Os factores de correcção de consumo, tanto para aquecimento como para arrefecimento, são obtidos a partir de um cálculo em que se adopta como região climática de referência, a região I1-V1 norte, 1000 graus-dia de aquecimento e 160 dias de duração da estação de aquecimento[18].

A correcção de energia para aquecimento (F_{CI})[18]:

$$F_{CI} = \frac{N_{I1}}{N_{Ii}} \quad , \quad (2.4)$$

Em que:

N_{I1} - Necessidades máximas de aquecimento permitidas pelo RCCTE, calculadas para o edifício em estudo, como se estivesse localizado na zona de referência I1 (kWh/m².ano);

N_{Ii} - Necessidades máximas de aquecimento permitidas pelo RCCTE, calculadas para o edifício em estudo, na zona onde está localizado o edifício (kWh/m².ano);

Para a correcção da energia para arrefecimento (F_{CV}) a fórmula é a seguinte:

$$F_{CV} = \frac{N_{V1}}{N_{Vi}} \quad , \quad (2.5)$$

Em que:

N_{V1} - Necessidades máximas de arrefecimento permitidas pelo RCCTE, calculadas para o edifício em estudo, como se estivesse localizado na zona de referência I1-V1 [kWh/(m².ano)];

N_{Vi} - Necessidades máximas de arrefecimento permitidas pelo RCCTE, calculadas para o edifício em estudo, na zona onde está localizado o edifício [kWh/(m².ano)];

Após todos os valores calculados e chegado ao valor do IEE nominal, o último passo é classificar o edifício a partir das classes energéticas do SCE (Figura 2.2).

A forma de classificação do edifício é a comparação do valor obtido para o IEE nominal com um valor de IEE de referência para edifícios existentes, que estão definidos pelo RSECE.

Tabela 2.4 - Valores Limite dos consumos globais específicos dos serviços existentes[18].

Tipos de actividade	Tipologia do edifício	IEE (kgep/m ² .ano)
Comercial	Hipermercados	255
	Vendas por grosso	45
	Supermercados	150
	Centros comerciais	190
	Pequenas lojas	75
Serviço de refeições	Restaurantes	170
	Pastelarias	265
	Pronto a comer	210
Empreendimentos turísticos, quando aplicável.	Empreendimentos turísticos, quando aplicável, de 4 ou mais estrelas	60
	Empreendimentos turísticos, quando aplicável de 3 ou menos estrelas	35
Entretenimento	Cinemas e teatros	25
	Discotecas	55
	Bingos e clubes sociais	45
	Clubes desportivos com piscina	35
	Clubes desportivos sem piscina	25
Serviços	Escritórios	40
	Sedes de bancos e seguradoras	70
	Filiais de bancos e seguradoras	60
	Comunicações	40
	Bibliotecas	20
	Museus e galerias	10
	Tribunais	10
	Estabelecimentos prisionais	20
Escolas	Todas	15
Hospitais	Estabelecimentos de saúde com internamento	40
	Estabelecimentos de saúde sem internamento	40

Após efectuar-se a comparação do IEE nominal obtido para o edifício com o IEE de referência, é atribuído a classificação energética ao edifício. A classificação é de acordo com um desvio do valor nominal ao valor de referência. Na Figura 2.3 pode-se verificar a forma como de efectua a comparação referida.

Classe energética	IEE_{novo} (kgep/m ² .ano)
A+	$IEE_{novo} \leq IEE_{ref} - 0,75.S$
A	$IEE_{ref} - 0,75.S < IEE_{novo} \leq IEE_{ref} - 0,50.S$
B	$IEE_{ref} - 0,50.S < IEE_{novo} \leq IEE_{ref} - 0,25.S$
B-	$IEE_{ref} - 0,25.S < IEE_{novo} \leq IEE_{ref}$
C	$IEE_{ref} < IEE_{novo} \leq IEE_{ref} + 0,50.S$
D	$IEE_{ref} + 0,50.S < IEE_{novo} \leq IEE_{ref} + S$
E	$IEE_{ref} + S < IEE_{novo} \leq IEE_{ref} + 1,5.S$
F	$IEE_{ref} + 1,5.S < IEE_{novo} \leq IEE_{ref} + 2.S$
G	$IEE_{ref} + 2.S < IEE_{novo}$

Figura 2.3 - Escala de classificação energética do RSECE[2].

O valor do parâmetro S, está definido na Tabela 2.5:

Tabela 2.5 - Valor do parâmetro S para o cálculo da classe energética[19].

	Aquecimento + Arrefecimento		Só aquecimento	
	$IEE_{ref, novos}$	S	$IEE_{ref, novos}$	S
Hipermercados	110	58	93	49
Vendas por Grosso	35	18	27	13
Supermercados	70	30	55	23
Centros Comerciais	95	60	58	36
Pequenas lojas	35	26	31	21
Restaurantes	120	33	120	31
Pastelarias	140	58	122	31
Pronto a comer	170	52	159	31
Hotéis de 4 ou mais estrelas	45	24	30	14
Hotéis de 3 ou menos estrelas	25	18	19	12
Cinemas e teatros	10	6	7	3
Discotecas	40	17	17	7
Bingos e Clubes Sociais	15	11	14	10
Clubes desportivos c/ piscina	25	17	17	14
Clubes desportivos s/ piscina	20	16	17	14
Escritórios	35	15	30	12
Sedes de bancos e Seguradoras	45	19	38	16
Filiais de Bancos e Seguradoras	35	19	26	14
Comunicações	30	16	28	14
Bibliotecas	15	12	11	8
Museus e Galerias	15	11	10	6
Tribunais, Ministérios e Câmaras Municipais	15	11	14	10
Estabelecimentos Prisionais	20	13	17	10
Estabelecimentos de Ensino	15	10	13	8
Estabelecimentos de Saúde c/ Internamento	40	18	31	14
Estabelecimentos de Saúde s/ Internamento	30	14	21	9

Após ser definida a classificação energética do edifício, conclui-se se o edifício fica sujeito, ou não, a um plano de racionalização energética (PRE), sendo por definição um conjunto de medidas de racionalização energética, de redução de consumos ou de custos de

energia, elaborado na sequência de uma auditoria energética, organizadas e seriadas na base da sua exequibilidade e da sua viabilidade económica[15].

A forma que define se o edifício fica sujeito a PRE é a comparação do valor de IEE nominal e IEE real facturas com o valor IEE referência. Caso o IEE nominal esteja abaixo do IEE referência, e o IEE real de facturas também, o edifício necessita de PRE. Caso apenas um indicador se apresente abaixo do IEE de referência este não fica sujeito a PRE.

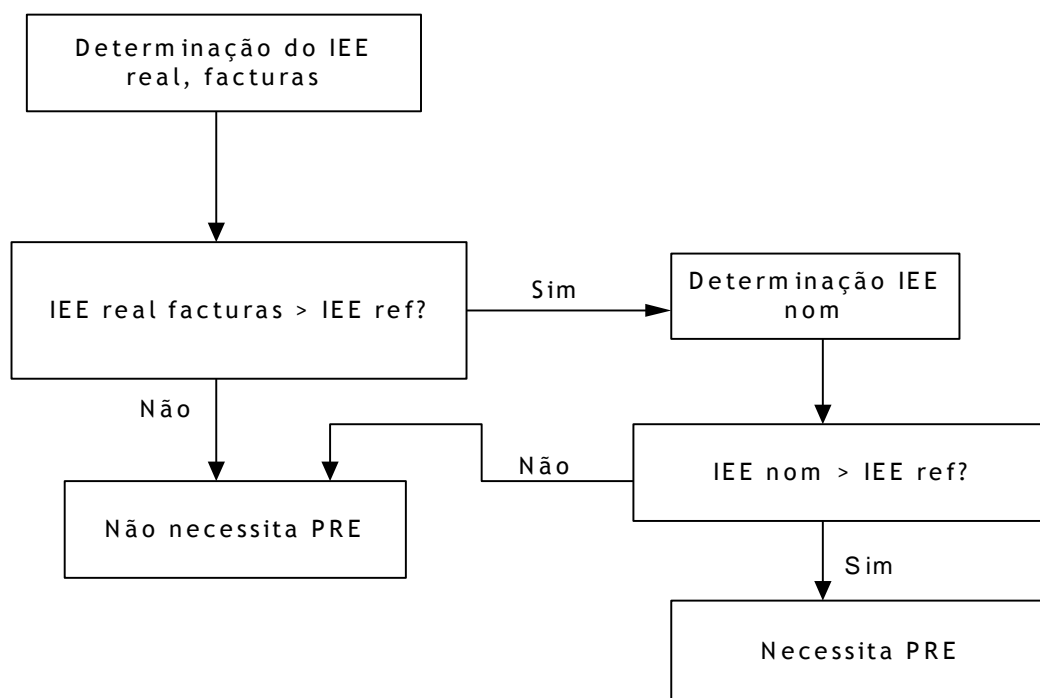


Figura 2.4 - Esquema da determinação da necessidade de Plano de Racionalização de Energia [17].²

2.2.1.b - Formato de um relatório de uma Auditoria Energética

O relatório de uma auditoria energética é o término da realização dessa auditoria. Todos os dados do levantamento, desde a caracterização do edifício a informações relevantes da sua ocupação e funcionamento, às análises efectuadas a seguir ao levantamento do edifício, são expostos num documento que tem uma estrutura aproximada da seguinte, sendo que cada empresa de serviços terá a sua forma de apresentar os resultados a que chegou.

1. Introdução
2. Enquadramento Legislativo
3. Metodologia
4. Informação sobre o Edifício e sobre a Actividade desenvolvida
5. Caracterização Energética do Edifício
 - 5.1. Vectores Energéticos Utilizados
 - 5.2. Consumo de Energia Eléctrica
 - 5.3. Consumo de Energia Térmica

² Esquema adaptado.

- 5.4. Desagregação dos Consumos de Energia
6. Caracterização dos Sistemas Energéticos
- 6.1. Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (AVAC)
- 6.2. Iluminação
- 6.3. Equipamentos
- 6.4. Água Quente de Consumo
7. Medidas de Racionalização Energética
8. Conclusão

Existe a possibilidade de, em alguns casos, a simulação dinâmica vir apresentada no mesmo relatório da auditoria ou, noutros casos, separadamente. No caso de se encontrar separadamente, a estrutura de um relatório de simulação tem a seguinte forma:

1. Introdução
2. Metodologia
3. Descrição do Edifício
4. Descrição dos Sistemas de Climatização e o seu Controlo
5. Síntese de Resultados
6. Índice de Eficiência Energética
- 6.1. Cálculo do IEE
- 6.2. Etiqueta de Desempenho Energético e PRE do Edifício

2.2.2 - Fases de desenvolvimento de um Relatório Técnico do Desempenho Energético de Edifícios RCCTE

As fases de desenvolvimento de um relatório técnico do desempenho energético seguem a seguinte abordagem:

- Levantamento de características dimensionais e, quando possível, de soluções construtivas, e das características dos sistemas energéticos instalados, incluindo relatório fotográfico;
- Cálculo das necessidades nominais de energia primária (útil e global);
- Determinação da classe energética da fracção;
- Identificação de oportunidades de melhoria e definição de estratégias de intervenção;
- Análise técnico-económica das medidas de melhoria a considerar;
- Emissão da “Certificação de Desempenho Energético e Qualidade do Ar Interior”.

O RCCTE impõe requisitos mínimos de qualidade térmica aos elementos da envolvente dos edifícios/fracções autónomas a partir da limitação dos valores, quer do coeficiente de transmissão térmica superficial dos elementos opacos da envolvente, quer do factor solar dos vãos envidraçados[20].

2.2.2.a - Classificação Energética da Fracção/Edifício

Para cada fracção autónoma sujeita à verificação regulamentar, é necessário proceder ao cálculo das necessidades energéticas de aquecimento (N_{ic}), de arrefecimento (N_{vc}) e águas quentes sanitárias (N_{ac}), valores estes que terão de ser, respectivamente, inferiores aos correspondentes valores limites de referência para as necessidades nominais de energia útil para aquecimento N_i , para arrefecimento N_v e para preparação das águas quentes sanitárias N_a .

Para além destas condições, é necessário efectuar a soma ponderada daquelas necessidades, em termos de energia primária e em função das formas de energia final utilizadas (N_{tc}). Este valor, definido como Necessidades Globais de Energia Primária da Fracção Autónoma (N_{tc}), deverá ser inferior a um valor máximo (N_t) definido por portaria conjunta[20]. Nestes edifícios não são analisados valores referentes a facturas, a consumos efectuados pelo edifício/fracção, mas sim efectua-se um estudo/cálculo do consumo que era necessário o edifício realizar, ou seja, as necessidades que teria de ter, para existir as condições ambientes de conforto que são: uma temperatura do ar de 20°C para a estação de aquecimento e uma temperatura do ar de 25°C e 50% de humidade relativa para a estação de arrefecimento. Relativamente ao consumo de referência de água quente sanitária para utilização de habitação é de 40 litros de água quente a 60°C por pessoa e por dia[21].

Com os valores finais de N_{tc} e valor de N_t é calculado um quociente desses dois valores e obtém-se o valor desse quociente que é definido por R.

$$R = \frac{N_{tc}}{N_t}, \quad (2.6)$$

onde:

N_{tc} - Necessidades anuais globais estimadas de energia primária para aquecimento (N_{ic}), arrefecimento (N_{vc}) e AQS (N_{ac});

N_t - Valor limite destas consideradas no regulamento.

Sendo que:

$$N_{tc} = 0,1 \left(\frac{N_{ic}}{\eta_i} \right) F_{pui} + 0,1 \left(\frac{N_{vc}}{\eta_v} \right) F_{puv} + N_{ac} F_{pua}, \quad (2.7)$$

$$N_t = 0,9(0,01N_i + 0,01N_v + 0,15N_a), \quad (2.8)$$

onde [21]:

η_i , η_v - Valores da eficiência nominal dos equipamentos utilizados para os sistemas de aquecimento e arrefecimento, respectivamente;

F_{pui} , F_{puv} , F_{pua} - Factores de conversão entre energia útil e energia primária;

N_i - Valor limite das necessidades nominais de energia útil para aquecimento;

N_v - Valor limite das necessidades nominais de energia útil para arrefecimento;

N_a - Valor limite das necessidades de energia para preparação das águas quentes sanitárias;

Os factores de conversão entre energia útil e energia primária a utilizar são[21]:

- a) Electricidade: $F_{pu}=0,290$ kgep/kWh;
- b) Combustíveis sólidos, líquidos e gasosos: $F_{pu}=0,086$ kgep/kWh.

A classificação energética da fracção é definida pelo valor do R obtido da forma apresentada na Tabela 2.6.

Tabela 2.6 - Escala de classificação energética dos edifícios ou fracções autónomas em edifícios[19].

Classe Energética	Valor de R
A+	$R \leq 0,25$
A.	$0,25 < R \leq 0,50$
B.	$0,50 < R \leq 0,75$
B-	$0,75 < R \leq 1,00$
C.	$1,00 < R \leq 1,50$
D.	$1,50 < R \leq 2,00$
E.	$2,00 < R \leq 2,50$
F.	$2,50 < R \leq 3,00$
G.	$R > 3,00$

2.2.2.b - Formato de um Relatório Técnico do Desempenho Energético de uma Fracção Autónoma ou Edifício

O relatório redigido depois de todo o processo já relatado no ponto 2.2.2 - , exhibe de forma clara e concisa o levantamento efectuado e os resultados obtidos após a análise da fracção ou edifício. O formato do relatório é o seguinte:

1. Introdução
2. Metodologia Aplicada
3. Caracterização do Edifício ou da Fracção Autónoma
4. Resultados Sumários
5. Patologias Construtivas
6. Medidas de Melhoria

2.3 - Auditoria QAI

A qualidade do ar interior de um edifício é um dos parâmetros que tem de ser analisado para edifícios de serviços existentes dotados de sistemas de climatização com uma potência superior ao valor limite de 25 kW[22]. Portanto, para a emissão de um certificado energético para um edifício, com as características referidas anteriormente, a qualidade do ar interior desse mesmo edifício terá de se apresentar com parâmetros abaixo de certos valores de referência para certo tipo de poluentes, tanto poluentes químicos como microbiológicos.

2.3.1 - Procedimento Usado na Auditoria QAI

A realização da auditoria à qualidade do ar interior assenta em dois pontos fundamentais. Portanto, as auditorias têm como âmbito[22]:

- Amostragem e medição da concentração de todos os poluentes definidos no DL n.º 79/2006;
- Avaliação das condições de higiene, manutenção e da capacidade de filtragem dos sistemas de AVAC.

Para a preparação e planeamento das auditorias QAI, o procedimento que deve ser objecto de uma auditoria, o Perito Qualificado para a realização da mesma, deve efectuar no mínimo quatro acções[22]:

1. Recolha de toda a informação relevante sobre o edifício ou fracção autónoma e seus sistemas;
2. Realização de uma visita preliminar ao edifício ou fracção autónoma e seus sistemas;
3. Verificação expedita do nível de CO₂ no interior e no exterior (junto às tomadas de ar novo) do edifício ou fracção autónoma;
4. Pré-avaliação das condições de higiene e de manutenção do sistema de AVAC.

De referir que deve ser fornecido pelo proprietário do edifício ao PQ informação como a memória descritiva do sistema de AVAC e peças desenhadas actualizadas do edifício (plantas, alçados e cortes), as telas finais dos traçados das várias redes de fluidos e a identificação e caracterização de áreas com uso especial [22]. Caso alguma destas informações não estiver disponível e seja necessário deverá ser efectuado o levantamento da informação pretendida.

Para a amostragem e medição da concentração de todos os poluentes definidos deve-se, inicialmente, definir os pontos onde serão medidos e a quantidade de pontos que serão medidos, efectuando-se a medição de todos os poluentes que se pretende, para que, posteriormente, se proceda ao tratamento de resultados. O tratamento dos resultados visa obtenção de valores representativos que devem ser utilizados para efeitos de verificação da conformidade regulamentar, de preenchimento do certificado energético e de QAI, e de elaboração do relatório de auditoria[22].

2.3.2 - Poluentes a Medir

Nas auditorias energéticas do QAI os poluentes a ser objecto de medição no âmbito do SCE e as concentrações máximas de referência que se podem encontrar são as seguintes[22]:

Tabela 2.7 - Poluentes a serem medidos numa Auditoria QAI e valores máximos de concentração de referência que se pode encontrar [15].

Tipo	Parâmetros	Concentração máxima de referência	
		mg/m ³	ppm
Físico - Químicos	Partículas suspensas no ar (PM10)	0,15	-
	Dióxido de Carbono (CO ₂)	1800	984
	Monóxido de Carbono (CO)	12,5	10,7
	Ozono (O ₃)	0,2	0,10
	Formaldeído (HCHO)	0,1	0,08
	Compostos Orgânicos Voláteis Totais (COV _{totais})	0,6	0,26 (isobutileno) 0,16 (tolueno)
	Radão ³	400 Bq/m ³	
Microbiológicos	Bactérias	500 UFC/m ³	
	Fungos	500 UFC/m ³	
	Legionella	100 UFC/L água	

2.3.3 - Zonas de Medição

Numa auditoria os espaços do edifício têm de ser agrupados por zonas e nessas zonas são efectuadas pelo menos uma medição de cada parâmetro exigido.

Na definição das zonas de medição no edifício, devem ser aplicados os seguintes critérios[22]:

- i. Os espaços a agrupar numa mesma zona devem possuir a mesma estratégia de distribuição de ar e serem servidos pela mesma Unidade de Tratamento de Ar (UTA) ou, na ausência de UTA's, pelo mesmo sistema de ventilação. Devem ainda apresentar:
 - Semelhantes tipos e níveis de actividades, de cargas térmicas e de fontes de emissão de poluentes;
 - Compartimentação (vedação) e organização dos espaços semelhantes;
- ii. Constituem ainda zonas distintas de medição os espaços dentro de uma zona em relação aos quais existam registos semelhantes de reclamações/queixas, bem como espaços com características semelhantes onde existam ocupantes mais susceptíveis (idosos e crianças).

³ No caso do gás radão, embora o RSECE apenas obrigue a pesquisa em zonas graníticas, nomeadamente nos distritos de Braga, Vila Real, Porto, Guarda, Viseu e Castelo Branco, a respectiva concentração máxima de referência aplica-se a edifícios em qualquer outra zona do país onde o radão seja analisado.

Todas estas decisões adoptadas devem ser definidas pelos PQ e serem devidamente justificadas na elaboração do relatório da auditoria QAI.

2.3.4 - Número de pontos a medir em cada zona

Após definidas as zonas de medição, o número de pontos a medir é calculado a partir da seguinte expressão[22]:

$$N_i = 0,15 \times \sqrt{A_i}, \quad (2.9)$$

onde:

N_i - Número de pontos de medida na zona i ($N_i \geq 1$);

A_i - Área da zona i , em m^2 .

Notas:

- Os pontos de medida devem ser escolhidos de forma aleatória
- No caso de fungos e bactérias deve observar-se o estipulado na alínea f) do ponto 1 do Anexo IV
- No que respeita à *Legionella* deve observar-se o estipulado na alínea f) do ponto 2 do Anexo IV.
- No caso do radão, os pontos de medida devem ser distribuídos pelos três pisos habitados de menor cota, de acordo com a seguinte expressão e arredondando para a unidade:

$$N_j = \frac{0,125 \times \sqrt{A_j}}{j^2}, \quad (2.10)$$

onde:

N_j - Número mínimo de pontos de medida no piso de índice j ;

A_j - Área do piso j , em m^2 ;

j - Índice de numeração do piso, desde o piso habitado de menor cota ($j=1$) até o máximo de $j=3$.

Contudo, se o piso habitado de menor cota, coincidir com o piso térreo, e neste não forem registados valores de concentrações acima do valor de concentração máximo de referência para o radão não será necessário proceder a medições nos dois pisos seguintes.

Caso o número de pisos habitados parcial ou totalmente subterrâneos seja superior a três, deve garantir-se o mínimo de um ponto de medição em cada um deles, de preferência nos espaços próximos dos muros de contenção de terras.

Por fim, é de referir que a escolha dos espaços que são objecto de medição é efectuada de forma aleatória, uma vez que a definição da localização exacta dos pontos de medição deve ser feita nas zonas ocupadas do espaço. O momento em que as medições dos poluentes

são realizadas deve ser representativo do perfil de ocupação do edifício, e o tempo de registo das leituras seja, de um período mínimo de 5 minutos, para sistemas de medição portáteis [22].

2.3.5 - Métodos Utilizados para Medição nas Auditorias à QAI

Para se efectuar as leituras aos poluentes já descritos no ponto 2.3.2 - existem métodos e aparelhos já referenciados, que devem apresentar características técnicas bem definidas, como os erros máximos admissíveis em relação a um valor de referência permitido por especificações ou regulamentos, e resolução desses mesmos aparelhos.

Tabela 2.8 - Métodos de medição e características técnicas dos aparelhos[22].⁴

Parâmetro	Método/Princípio de Referência	Métodos/Princípios Equivalentes	Características Técnicas	
			Erro Máximo Admissível ³	Resolução
Dióxido de carbono (CO ₂)	Infra Vermelho Não Dispersivo (NDIR)	Método electroquímico; Infra Vermelho (FTIR ⁴), PAS -Sensor Foto Acústico	±10% da concentração máxima de referência	1 ppm
Monóxido de carbono (CO)	Infra Vermelho Não Dispersivo (NDIR)	Método electroquímico; Infra Vermelho (FTIR), PAS -Sensor Foto Acústico	±10% da concentração máxima de referência	0,1 ppm
Partículas atmosféricas (PM ₁₀)	Método gravimétrico com cabeça de amostragem selectiva PM ₁₀ (Recolha e pesagem do filtro)	Dispersão óptica (UV; Laser); Absorção por Radiação Beta; Micro balança de oscilação de peso (TEOM); Ressonância piezoelétrica	±10% da concentração máxima de referência	1 µg/m ³
Formaldeído (HCHO)	Recolha e análise por cromatografia (ISO 16000-2:2006, ISO 16000-3:2001 e ISO 16000-4:2004)	Amostradores passivos impregnados com DNPH ⁵ ; Tubos de difusão; Método electroquímico; Método do borbulhador. Método de fotometria	±20% da concentração máxima de referência	0,01 ppm
Compostos Orgânicos Voláteis Totais (COV _{totais})	Recolha e análise por cromatografia (ISO 16000 - Parte V:2007, Parte VI:2004)	Amostradores passivos (Tenax, carvão activado, etc); Canisters; FID - Detector de Foto Ionização de Chama; PID - Detector de Foto Ionização; PAS -Sensor Foto Acústico; Infra Vermelho (FTIR)	±10% da concentração máxima de referência	0,01 ppm
Ozono (O ₃)	Absorção Ultra Violeta (UV)	Quimiluminiscência do etileno; Quimiluminiscência do NO; Método electroquímico	±10% da concentração máxima de referência	0,01 ppm
Radão (Rn)	Detectores de estado sólido	Detectores passivos;	±10% da concentração máxima de referência	1 Bq/m ³

Para o caso dos microrganismos a serem detectados, devem ser executadas colheitas que podem ser operadas de várias formas. Cada uma delas apresenta vantagens e desvantagens, e que são mais propícias a certos ambientes.

⁴ Todos os equipamentos ou métodos de medição utilizados no âmbito das auditorias à QAI nos termos do SCE devem apresentar uma gama de medição adequada às concentrações máximas fixadas no RSECE. Em qualquer auditoria periódica nos termos do SCE, os tempos de estabilização, as calibrações e/ou verificações devem seguir os requisitos técnicos exigidos pelos fabricantes dos instrumentos de medição. Todos os equipamentos devem apresentar uma periodicidade de calibração não superior a 12 meses. Nos intervalos de calibração, para alguns aparelhos, pode ser necessária a verificação, feita por meio de um padrão de referência, de acordo com as indicações do fabricante.

Tabela 2.9 - Método de colheita para poluentes microbiológicos (bactérias e fungos)[22].

Método de colheita	Vantagens	Limitações	Ambientes
Filtração (Filtros de gelatina ou F. de Policarbonato)	<ul style="list-style-type: none"> - Possível identificar as espécies cultiváveis isoladas; - Baixo limite de detecção; - Agregados são dispersos; - É possível colher a fração inalável. 	<ul style="list-style-type: none"> - Fraco para estimar efeitos tóxicos ou alérgicos; - Pouco adequado para substituir métodos não baseados na cultura; - Células bacterianas vegetativas podem morrer; - A precisão é pobre; - Trabalhoso. 	<ul style="list-style-type: none"> - Adequado a ambientes com esporos de fungos no ar; - A identificação das espécies é necessária para verificar a fonte; - Identificação no ar interior.
Impacto em meio semi-sólido (agar)	<ul style="list-style-type: none"> - Possível identificar as espécies cultiváveis; - Baixo limite de detecção; - Alguns equipamentos permitem a separação de acordo com a granulometria dos bioaerossóis. 	<ul style="list-style-type: none"> - Fraco para estimar efeitos tóxicos ou alérgicos; - Pouco adequado para substituir métodos não baseados na cultura; - Apenas permite colheitas estáticas; - Colheita muito curta; - Perda das partículas maiores; - Agregados são contados como uma única colônia; - Só pode ser utilizado um meio de cultura de cada vez; - Precisão é pobre; - Trabalhoso. 	<ul style="list-style-type: none"> - Adequado a ambientes com concentrações relativamente baixas de microrganismos; - Na identificação das fontes é importante conhecer as espécies presentes; - Identificação no ar interior.
Absorvedores ou impingers (meio líquido)	<ul style="list-style-type: none"> - Identificação das espécies cultiváveis; - Os agregados são dispersos; - As amostras podem ser cultivadas em diferentes meios; - Longo tempo de colheita quando comparado com "impactors". 	<ul style="list-style-type: none"> - Fraco para estimar efeitos tóxicos ou alérgicos; - Pouco adequado para substituir métodos não baseados na cultura; - Maioritariamente equipamentos para colheitas estáticas; - Colheita curta comparada com a colheita em filtros; - Perda das partículas maiores; - Agregados são contados como uma única colônia; - Precisão é pobre; - Trabalhoso. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aplica-se à maioria dos ambientes; - Permite a identificação das espécies; - Identificação no ar interior.

Em qualquer dos casos referidos, a colheita é efectuada com recurso a bombas de amostragem (amostradores). Estas bombas devem possuir calibração válida.

Antes de cada colheita os amostradores devem ser limpos com gaze esterilizada, embebida em álcool etílico a 70% ou em álcool isopropílico a 70%, ou serem submetidos a esterilização por ozono, ou por UV-C. No caso de utilização de álcool, deve haver o cuidado de não realizar imediatamente a seguir medições de compostos orgânicos voláteis[22].

2.3.6 - Formato de um Relatório de uma Auditoria QAI

Todos os resultados obtidos e todas as conclusões que se considerem são, por fim, apresentados num relatório de Auditoria à QAI, sempre com justificações e evidências das análises tomadas. O formato do relatório é seguido pelos passos que se efectuem numa auditoria à QAI e que foram apresentados anteriormente, a partir da Nota Técnica - SCE - 02.

1. Introdução
2. Caracterização das Condições no Exterior

3. Caracterização do Edifício/Espaços Avaliados
4. Informação Solicitada
5. Metodologia e Equipamentos
6. Amostragem e Medição da Concentração dos Parâmetros de QAI
 - a. Zonas/Espaços de amostragem de Medição
 - b. Amostragem de medição da concentração dos Parâmetros de QAI
 - c. Análise das Inconformidades
7. Inspeção Higiénica e de Manutenção dos Sistemas AVAC
8. Conclusões
9. Recomendações
10. Anexos
 - a. Plantas
 - b. Reportagem Fotográfica
 - c. Relatórios de Análises Laboratoriais
 - d. Certificados de Calibração dos Equipamentos

2.4 - Planos de Manutenção

A preservação da integridade e das condições de utilização dos edifícios, ao longo dos tempos, exige um plano de manutenção preventiva, através de acções programadas ou rotinas. Esse plano deve incluir a descrição das acções de manutenção necessárias, a sua periodicidade e outros pormenores relacionados com a sua execução, tais como anomalias, materiais e técnicas a utilizar para a sua correcção[23].

Segundo o RSECE, todos os sistemas energéticos dos edifícios ou fracções autónomas, devem ser mantidos em condições adequadas de operação para garantir o respectivo funcionamento optimizado e permitir alcançar os objectivos pretendidos de conforto ambiental, de QAI e de eficiência energética[16].

As instalações e equipamentos devem possuir um plano de manutenção preventivo, comprovado pelo Sistema de Certificação Energética (SCE), que esclarece as tarefas de manutenção, de forma a seguir a boa prática da profissão. O Plano de Manutenção Preventivo (PMP) deve conter vários pontos, os quais são obrigatórios para efeitos do RSECE, tais como[16]:

- A identificação completa do edifício e sua localização;
- A identificação e contactos do técnico responsável;
- A identificação e contactos do proprietário e, se aplicável, do locatário;
- A descrição e caracterização sumaria do edifício e dos respectivos compartimentos interiores climatizados, com a indicação expressa:
 - Do tipo de actividade nele habitualmente desenvolvida;
 - Do número médio de utilizadores, distinguindo, se possível, os permanentes dos ocasionais;
 - Da área climatizada total;
 - Da potência térmica total.

- A periodicidade das operações de manutenção preventiva e de limpeza;
- O nível de qualificação profissional dos técnicos que as devem executar;
- O registo das operações de manutenção realizadas, com a indicação e assinatura do técnico ou técnicos que as realizaram, dos resultados das mesmas e outros eventuais comentários pertinentes;
- O registo das análises periódicas da QAI, com a indicação do técnico ou técnicos que as realizaram;
- A definição das grandezas a medir para posterior constituição de um histórico do funcionamento da instalação;

2.4.1 - Procedimentos Usados nos Planos de Manutenção

Os procedimentos de manutenção a ser efectuados a edifícios e equipamentos passam por um conjunto de situações desde as rotinas de operações às fichas de manutenção utilizadas.

Existem cuidados a ter-se em conta, e que devem estar sempre presentes:

- Os produtos de limpeza a utilizar devem ser adequados nomeadamente no que concerne à qualidade do ar interior;
- Os equipamentos de leitura, comando e controlo devem estar sempre operacionais;
- Quando aplicável, os Dec. Lei n.º 152/2005 (manuseamento de fluidos que empobrecem a camada de ozono) e Dec. Lei n.º 35/2008 devem ser aplicados.

As solicitações ao pessoal de manutenção surgem diariamente podendo estas ser de ordem programada (PMP) ou mesmo originárias dos utilizadores/ocupantes do edifício.

A resolução destas solicitações podem ser feitas internamente e/ou externamente consoante o tipo de pedido. As solicitações podem necessitar de uma acção urgente ou não urgente, sendo o fluxograma da ordem de trabalho distinta para cada tipo de acção. Para que tal aconteça, é necessário e fundamental o controlo dos Pedidos de Trabalho/Ordens de Trabalho (OT).

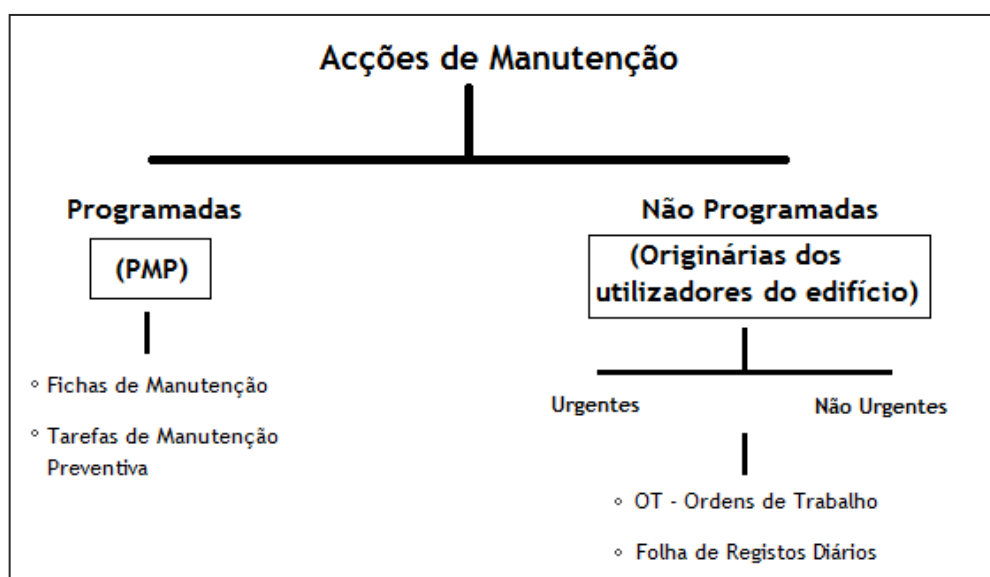


Figura 2.5 - Tipo de Acções de Manutenção e informação solicitada.

Pedido de Trabalho						
Edifício:	Departamento:	Código Local:	Código Equipam:			
Descrição:						
	Mão de Obra			Materiais		
	Nome	Horas	Código	Qtd	Código	Qtd
Téc.1:						
Téc.2:						
Téc.3:						
	Rubrica:			Data:		
Requisitante:						
Responsável:						
Executante:						
Visto						
Execução:						

Figura 2.6 - Exemplo de uma Ficha de uma OT.

O pessoal da manutenção deverá, em caso de detecção de algum problema, actuar para que sejam tomadas as medidas necessárias que conduzam a normalização da instalação.

Cada intervenção efectuada deverá ser anotada na folha de registos diários de incidências de forma a existir um histórico de intervenções efectuadas. Uma vez restabelecida a normalidade, o técnico de manutenção deverá retomar a realização das tarefas de manutenção preventivas programadas, seguindo os protocolos e gamas específicas que correspondem ao dia em questão, aplicando o plano de manutenção preventivo estabelecido.

Na Figura 2.7 pode ser observada um exemplar de uma folha de registos a ser utilizada.

Data	Descrição da Operação de Manutenção Realizada	Técnico	Rubrica

Figura 2.7 - Exemplo de uma Folha de Registos.

As acções de manutenção programadas seguem uma série de operações distintas consoante o equipamento a que se efectua a operação. Estas operações têm uma frequência específica e podem ser de ordem semanal, mensal, trimestral, semestral, anual ou, em alguns casos, bianual.

Cada equipamento tem uma ficha de manutenção associada, onde se pode encontrar informação do mesmo, desde o nome do equipamento, a marca, modelo, o local da sua instalação e também as suas características técnicas. Na Figura 2.8, pode-se verificar o exemplo de uma Ficha de Manutenção e as tarefas de manutenção preventiva podem ser analisadas no Anexo A.

Família:		Referência:	
Marca:	Modelo:	Tipo:	
Quantidade:	Catálogo:	Circuito Associado:	
Espaço Associado:		Local da Instalação:	
Pot. Eléct.		Caudal	
P. Eléct. Aq.		Caudal Ins./Ext.	
P. Eléct. Arref.		Ar Novo	
P. Térm. Aq.		Alcance	
P. Térm. Arref.		Eficiência	
Pot. Vent.		Funcionamento	
Recuperação Calor		Capacidade	
		Fluido Frig.	
		EER	
		COP	
Componentes individuais do equipamento			
Código:	Descrição:	Qt.	Modelo:
Estado do equipamento, espaço técnico e acessos			
	Bom 6	Aceitável 5	Regular 4
			Mau 3
			Muito mau 2
			Inaceitável 1
Estado do equip.			1
Manutenção			2
Acessibilidade			
Ambiente da sala			
Componentes			
Ruídos estranhos			

Figura 2.8 - Exemplo de uma Ficha de Manutenção.

2.4.2 - Credenciação Técnica para Execução das Acções de Manutenção

As equipas que executam as acções de manutenção são especializadas e com credenciação mínima exigida.

Os técnicos que estão credenciados para serem responsáveis por estas funções têm comprovativo das capacidades de desempenho das funções de TRF, TIM e TQAI, são exigidos os seguintes requisitos [24]:

Tabela 2.10 - Categoria e Requisitos para credenciação dos Técnicos de manutenção[24].

Categoria		Requisitos
Técnico responsável pelo funcionamento de pequenas instalações (TRF _{pi})	Para edifícios com pequenos sistemas de climatização P≤100kW	<ol style="list-style-type: none"> 1. Comprovativo de experiência profissional na área da manutenção (últimos 3 anos) em edifícios com instalações de climatização P≤100kW . 2. Declaração de que é TIM3
Técnico responsável pelo funcionamento (TRF)	Para edifícios com sistemas de climatização P> 100kW	<ol style="list-style-type: none"> 1. Declaração de reconhecimento pela respectiva Associação Profissional 2. Comprovativo de experiência profissional na área da manutenção (últimos 3 anos) em edifícios com instalações de climatização P> 100kW. 3. Declaração da aprovação do Curso de especialização da QAI <p>Ou</p> <p>Carteira profissional de Perito Qualificado (RSECE Energia+ QAI)</p>
Técnico de instalação e manutenção de sistemas de climatização e de QAI (TIM3) ⁵	Profissionais com pelo menos 5 anos de experiência profissional	<ol style="list-style-type: none"> 1. Declaração da aprovação do Curso IEFP nível III ou outro equivalente aprovado pelo SCE 2. Comprovativo de experiência profissional como electromecânico de refrigeração e climatização (últimos 5 anos) 3. Aprovação do Curso de especialização da QAI (Comissão /SCE)
	Profissionais com pelo menos 7 anos de experiência profissional	<ol style="list-style-type: none"> 1. Comprovativo de experiência profissional como electromecânico de refrigeração e climatização (últimos 7 anos) 2. Aprovação em exame pela APIEF (com análise curricular pela Comissão) 3. Aprovação do Curso de especialização da QAI (Comissão /SCE)

⁵ Um técnico com credenciação conferida de TIM3 está reconhecido para o exercício de funções de TIM2_{pi} e TQAI.

Tabela 2.11 - Categoria e Requisitos para credenciação dos Técnicos de manutenção (Continuação)[24].

Categoria		Requisitos
Técnico de instalação e manutenção de sistemas de climatização e de QAI (TIM2 _{pi})	Profissionais com pelo menos 2 anos de experiência profissional	<ol style="list-style-type: none"> 1. Declaração da aprovação do Curso IEFP nível II ou outro equivalente aprovado pelo SCE 2. Comprovativo de experiência profissional como electromecânico de refrigeração e climatização (últimos 2 anos)
	Profissionais com pelo menos 5 anos de experiência profissional	<ol style="list-style-type: none"> 1. Comprovativo de experiência profissional como electromecânico de refrigeração e climatização (últimos 5 anos) 2. Aprovação em exame pela APIEF (com análise curricular pela Comissão)
Técnico QAI (TQAI)	Profissionais com pelo menos 2 anos de experiência profissional	<ol style="list-style-type: none"> 1. Comprovativo de experiência profissional na área de QAI (últimos 2 anos) 2. Aprovação do Curso complementar em QAI, nível II (Comissão /SCE)
	Profissionais com pelo menos 5 anos de experiência profissional	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aprovação em exame pela APIEF (com análise curricular pela Comissão)

2.4.3 - Formato de um Relatório de Manutenção

Um relatório de manutenção apresenta uma estrutura que pode ser a seguinte:

1. Introdução
2. Caracterização das instalações
3. Identificação das Instalações
4. Descrição do Edifício
 - 4.1. Uso do Edifício
 - 4.2. Descrição da Instalação de Climatização
 - 4.3. Inventário das instalações
5. Identificação dos equipamentos
6. Procedimento de Manutenção

Capítulo 3

Análise de Resultados das Auditorias

3.1 - Introdução

No presente capítulo são apresentados os resultados a cada um dos objectivos propostos para esta dissertação.

São efectuadas análises comparativas de consumos pelos diferentes tipos de edifícios constituintes da UP, distinguem-se em 5 grupos, que se designam por:

- UP - Faculdades da Universidade do Porto;
- SASUP - Edifícios dos Serviços de Acção Social;
- UP-I&Di - Outros edifícios de ensino, investigação e transferência de tecnologia;
- UP - Cultura e Desporto - Outros edifícios para actividades culturais e desportivas;
- FIMS - Fundação Instituto Marques da Silva;

Além das análises às AE - consumos energéticos, custos energéticos e recomendações efectuadas - são apresentados resultados das Auditorias à Qualidade do Ar Interior e apresentam-se soluções para os Planos de Manutenção.

Os edifícios que foram sujeitos a análise apresentam-se no Anexo B.

3.2 - Análise Comparativa

3.2.1 - Auditorias Energéticas

3.2.1.a - Análise da Facturação dos Edifícios

A análise de facturas é um dos passos para a realização de uma auditoria energética como já referido anteriormente. Por isso, a análise dos consumos de energia (facturas) por área e por número de ocupantes é importante. Esta análise reflecte-nos uma visão mais clara dos edifícios mais consumidores, equiparam-se assim todos os edifícios.

Além desta análise, no grupo dos edifícios SASUP, às cantinas, bares e unidades alimentares é efectuada uma análise de consumo por refeição, o que nos permitirá verificar o consumo que é feito por refeição servida.

Segue-se a análise dos edifícios UP.

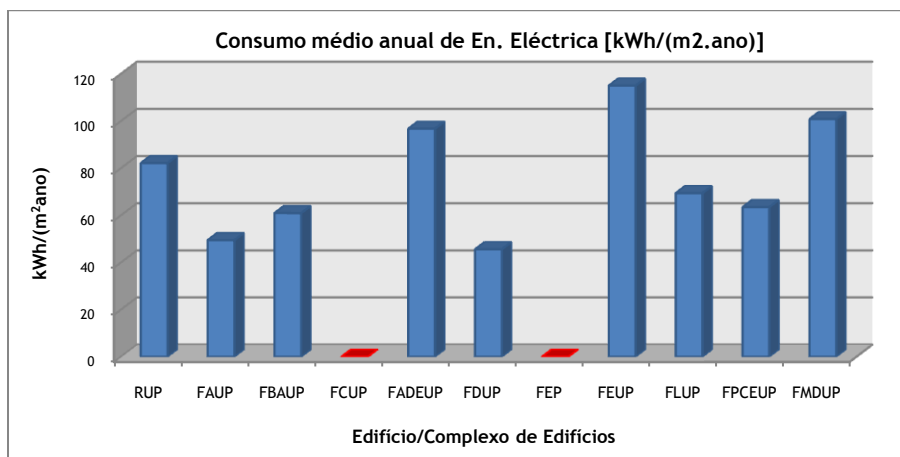


Figura 3.1 - Consumo médio anual de Energia Eléctrica por área [kWh/(m².ano)].⁶

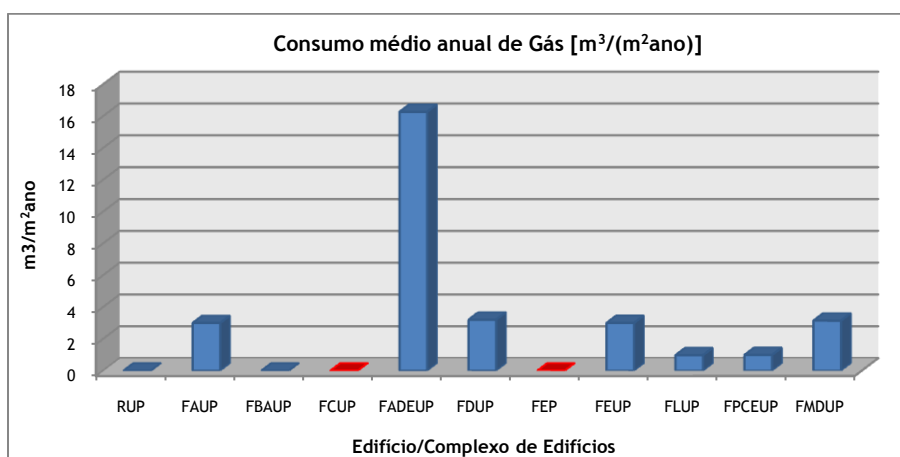


Figura 3.2 - Consumo médio anual de Gás por área [m³/(m².ano)].⁷

Ao analisar a Figura 3.1 e a Figura 3.2 podemos verificar que em termos de Energia Eléctrica, a FEUP é a Faculdade mais consumidora por m², o que era esperado pela sua dimensão e quantidade de equipamentos consumidores que tem na sua instituição. A FMDUP e FADEUP apresentam-se como segunda e terceira mais consumidoras, respectivamente. No outro ponto oposto, apresenta-se a FDUP como a menos consumidora. Em termos de consumo de Gás, a FADEUP é a mais consumidora com uma diferença substancial em relação às outras. Pode-se justificar este resultado, além do aquecimento do espaço, pelo aquecimento da água

⁶ As colunas que se encontram a vermelho, é devido à falta dos relatórios das auditorias, por isso não foram analisados.

⁷ As colunas que se encontram a vermelho, é devido à falta dos relatórios das auditorias, por isso não foram analisados.

da piscina que a Faculdade de Desporto possui. A FADEUP apresenta cerca de 43% do consumo total de gás entre as faculdades, o que nos sugere que uma aplicação alternativa para efectuar o aquecimento de água diminuiria significativamente o consumo e certamente o retorno desse investimento seria rápido. Podemos também salientar a inexistência de gás por parte da RUP e FBAUP.

Numa visão mais generalizada, concluir-se-á que em termos de energia eléctrica as Faculdades apresentam consumos não muito díspares, havendo entre o máximo e mínimo um valor com diferença de cerca de 60 [kWh/(m²ano)], enquanto no consumo de gás já não acontece a mesma situação.

A análise dos consumos por ocupante final é apresentada de seguida:

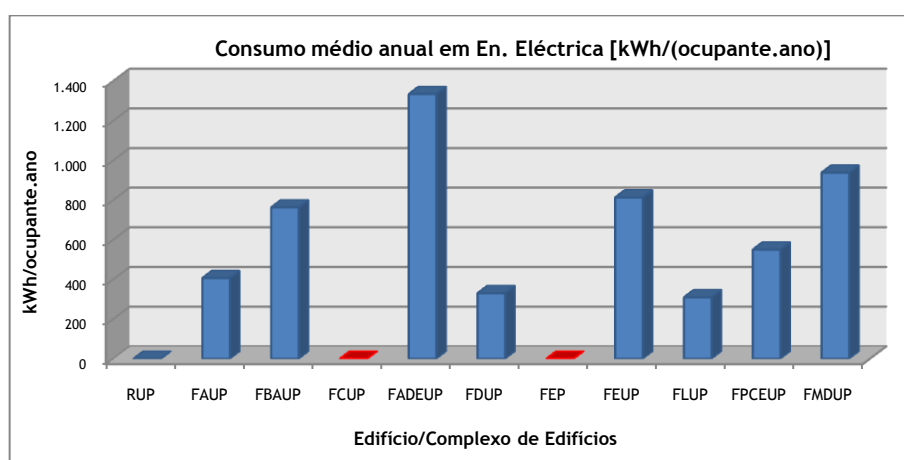


Figura 3.3 - Consumo médio anual em Energia Eléctrica por ocupante.⁸

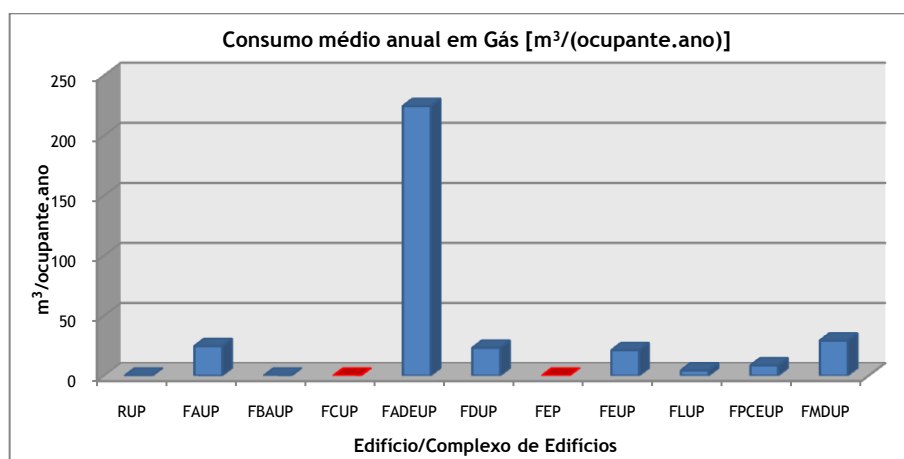


Figura 3.4 - Consumo médio anual em Gás por ocupante.⁹

⁸ As colunas que se encontram a vermelho, é devido à falta dos relatórios das auditorias, por isso não foram analisados.

⁹ As colunas que se encontram a vermelho, é devido à falta dos relatórios das auditorias, por isso não foram analisados.

Pode-se averiguar pela análise da Figura 3.3 e Figura 3.4 que os ocupantes da FADEUP se apresentam como os maiores consumidores dos edifícios UP tanto em Energia Eléctrica como em Gás. Mais uma vez, o consumo tão elevado em gás apresenta-se pela mesma razão referida anteriormente, o aquecimento da piscina. Em energia eléctrica, existe igualmente um consumo elevado (Tabela 3.1) que, aliado a um número de alunos não muito elevado, e até abaixo de faculdades como a FDUP, que em a dimensão é mais pequena, potencializa os ocupantes como bastante consumidores.

Durante a análise anterior, a FEUP apresentava-se como a mais consumidora por m^2 , por ocupante esse facto já não se apresenta. A razão encontra-se no número elevado de ocupantes que a Faculdade de Engenharia apresenta, conseguindo assim amortizar o impacto do seu consumo.

Outro ponto pertinente é o facto dos ocupantes da FLUP se apresentarem como os ocupantes menos consumidores, tanto em energia eléctrica como em gás. No entanto, por m^2 esse facto já não se verifica. É de facto conhecida a dimensão da FLUP e o número elevado de alunos e de funcionários como as auditorias revelaram. Aliado a um baixíssimo consumo de gás e a um consumo de energia eléctrica não muito elevado (Tabela 3.1) faz destes ocupantes os mais eficientes neste grupo de edifícios.

Tabela 3.1 - Consumo médio anual em Energia Eléctrica e Gás para os Edifícios UP.

Edifício/Complexo de Edifícios	RUP	FAUP	FBAUP	FCUP	FADEUP	FDUP	FEP	FEUP	FLUP	FPCEUP	FMDUP
Consumo energético (valor médio para 2007/2008/2009)											
Consumo médio anual em Electricidade (kWh.ano)	942.826	459.111	564.859	-	1.117.483	315.920	-	6.068.878	925.376	635.000	600.966
Consumo médio anual em Gás (m^3 .ano)	0	27.782	0	-	187.927	22.160	-	158.040	12.939	9.841	18.732

Para os edifícios pertencentes ao SASUP a análise efectuada foi dividida por tipo de edifício interno aos SASUP, ou seja, para os edifícios que são Residências a análise é semelhante à efectuada aos edifícios UP, assim como para as residências com cantina. No que concerne às Cantinas, Bares e Unidades Alimentares a análise é realizada por refeição servida.

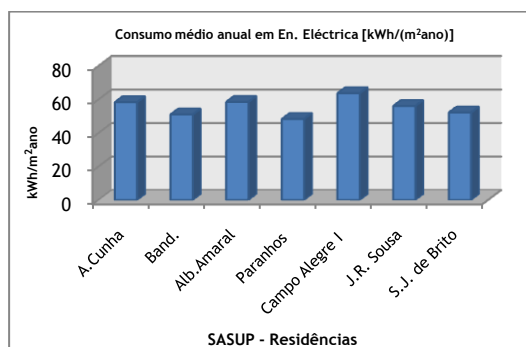


Figura 3.5 - Consumo médio anual de Energia Eléctrica por área nas Residências [kWh/(m^2 .ano)].

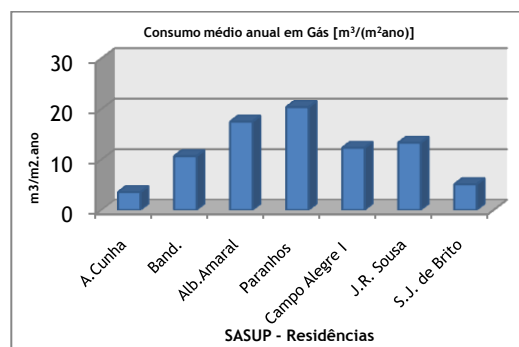


Figura 3.6 - Consumo médio anual em Gás por área nas Residências [m^3 /(m^2 .ano)].

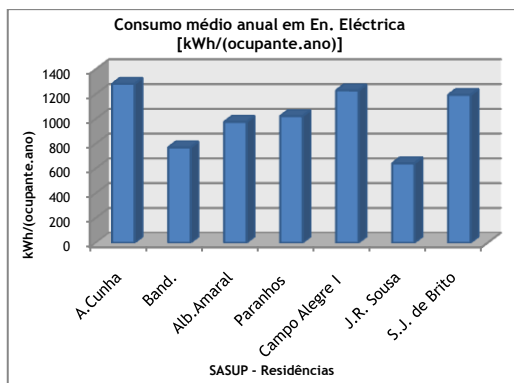


Figura 3.7 - Consumo médio anual de Energia Eléctrica por ocupante nas Residências [kWh/(ocupante.ano)].

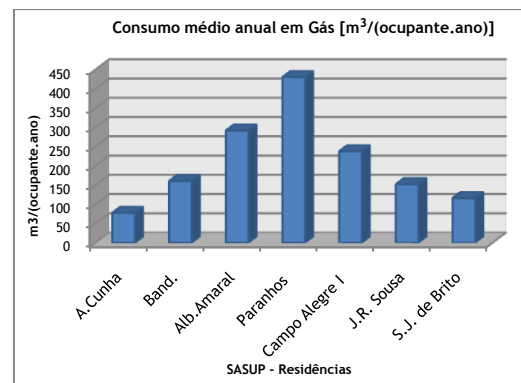


Figura 3.8 - Consumo médio anual de Gás por ocupante nas Residências [m³/(ocupante.ano)].

Neste primeiro subgrupo de análise aos edifícios SASUP - Residências do SASUP -pode-se verificar pela análise da Figura 3.5 que relativamente ao consumo de energia eléctrica a residência Campo Alegre I é a mais consumidora, seguindo-se de Aníbal Cunha, Alberto Amaral, Jayme rios de Sousa e São João de Brito.

Os resultados obtidos são esperados, por um lado, porque Campo Alegre 1, uma vez que é uma residência extensa é a que apresenta maior taxa de ocupação portanto, maior probabilidade de consumo de energia eléctrica por parte destes. As Residências de S. João de Brito e Aníbal Cunha apresentam aquecimento dos quartos recorrendo a aquecedores eléctricos. Também de realçar a existência de cilindros eléctricos nas residências Jayme Rios de Sousa e Aníbal Cunha.

A residência de Paranhos é apresentada como a grande consumidora de gás (Figura 3.6), pois é uma das residências que dispõe de sistema de aquecimento central. As residências de Campo Alegre I, Jayme Rios de Sousa e Bandeirinha são as demais residências que também dispõem deste sistema, o que se pode comprovar pela Figura 3.6 apresentando-se das mais consumidoras.

A Figura 3.7 e Figura 3.8 seguem os resultados das anteriores figuras, apresentando os ocupantes do Campo Alegre I e Aníbal Cunha como maiores consumidores de energia eléctrica e os ocupantes de Paranhos como os maiores consumidores de gás. De salientar que os residentes da residência de Jayme Rios de Sousa sendo os que consomem menos em energia eléctrica, e que em gás já são os residentes da residência Alberto Cunha e São João de Brito os menos consumidores.

Para o caso das cantinas, Bares e Unidades alimentares, apresenta-se a informação do consumo efectuado por refeição média servida:

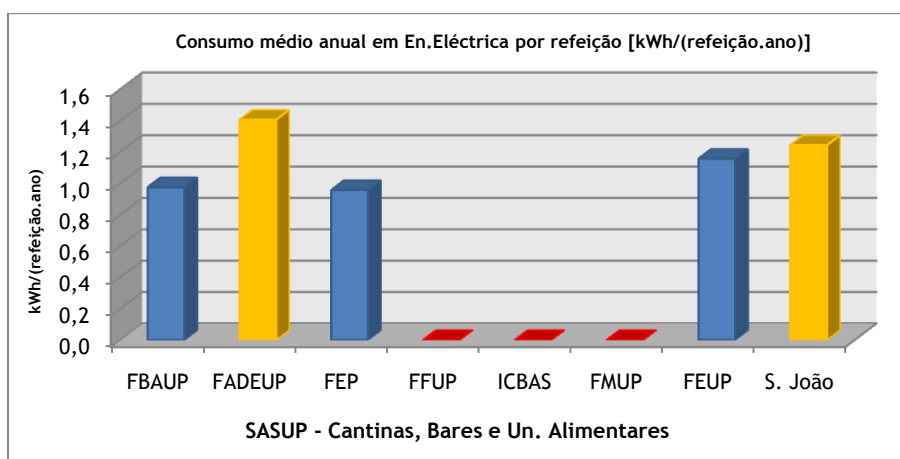


Figura 3.9 - Consumo médio anual de energia eléctrica por refeição [kWh/(refeição.ano)].¹⁰

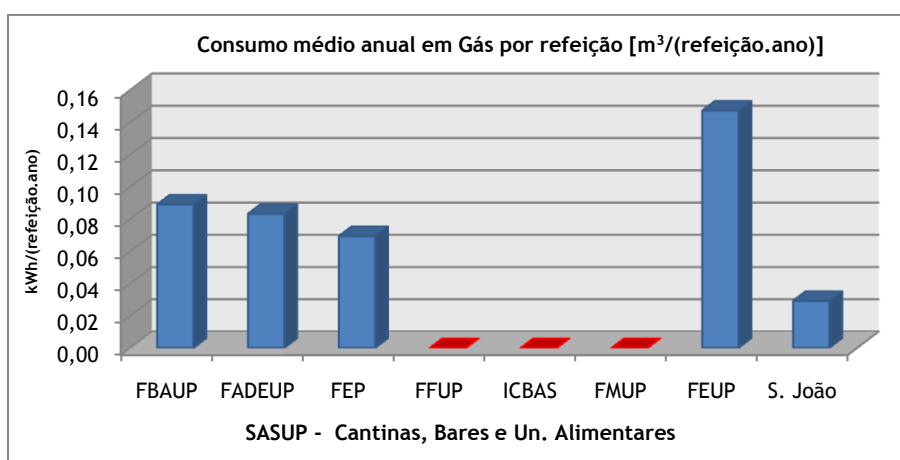


Figura 3.10 - Consumo médio anual de gás por refeição [m³/(refeição.ano)].¹¹

No consumo de energia eléctrica por refeição (Figura 3.9), comparando as cantinas (FBAUP, FADEUP e FEP), observa-se que a FADEUP gasta mais energia eléctrica para produzir uma refeição. No que diz respeito ao gás (Figura 3.10), esta situação já não se verifica, sendo a FBAUP a maior consumidora de gás por refeição. O desvio existente no consumo de energia eléctrica é maior que o existente no gás. De salientar, a similaridade dos valores obtidos pelas cantinas de FBAUP e FEP em relação à energia eléctrica, e as cantinas da FBAUP e FADEUP no consumo de gás.

No que diz respeito às unidades alimentares, verificam-se valores aproximados no consumo de energia eléctrica por refeição. De realçar que para a Unidade Alimentar São João como não existiam facturas eléctricas, o valor apresentado no relatório da auditoria é um valor estimado pelas medidas efectuadas aquando da auditoria. Já para o consumo de gás a unidade alimentar de Engenharia apresenta um consumo cinco vezes superior à unidade

¹⁰ Os resultados da cantina da FADEUP e Un. Alimentar do São João são valores obtidos por leituras no local e posteriormente estimados anualmente.

¹¹ Não são apresentados resultados da cantina de Farmácia, do Snack-bar do ICBAS e Medicina (colunas a vermelho) pois a informação do consumo está agregada ao edifício principal, o que impossibilitou a obtenção dos valores reais do consumo de energia.

alimentar de São João. Mais uma vez, a aplicação de um sistema de painéis térmicos solares para a Unidade alimentar da FEUP é uma boa solução para combater o consumo que se efectua de gás nesta unidade.

Uma situação observada, em mais que uma das cantinas observadas, foi a utilização do gás propano quando o edifício apresenta gás natural para consumo nas suas instalações. É uma situação que não se compreende, pois basta efectuar a ligação conveniente ao sistema de gás natural para se poder utilizar.

Existem dois edifícios que fazem serviço de Residência e de Cantina simultaneamente. São analisados à parte, pois assim, podem-se concluir resultados mais fidedignos pela sua maior similaridade.

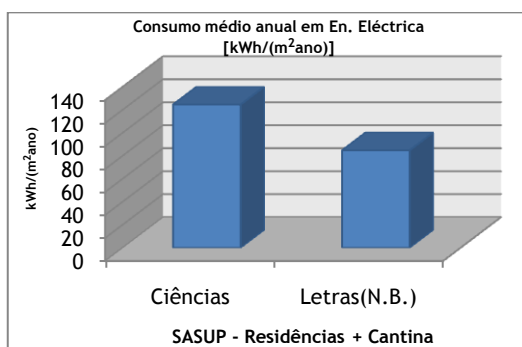


Figura 3.11 - Consumo médio anual de Energia Eléctrica por área nas Residências + Cantina [kWh/(m².ano)].

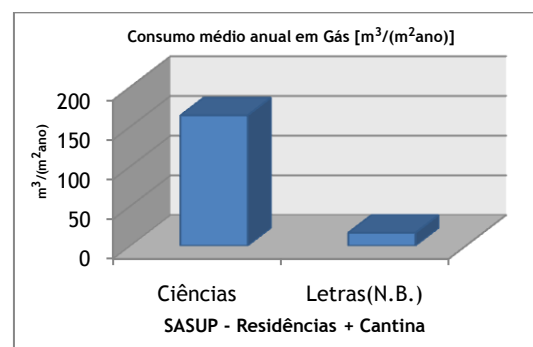


Figura 3.12 - Consumo médio anual em Gás por área nas Residências [m³/(m².ano)].

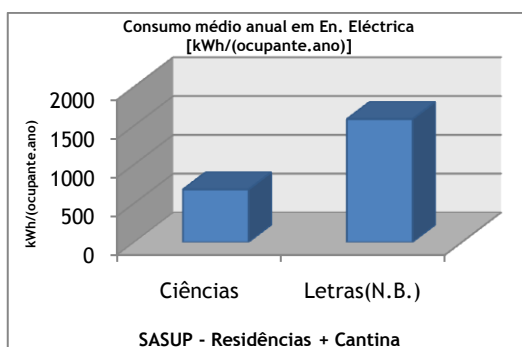


Figura 3.13 - Consumo médio anual de Energia Eléctrica por ocupante nas Residências + Cantina [kWh/(ocupante.ano)].

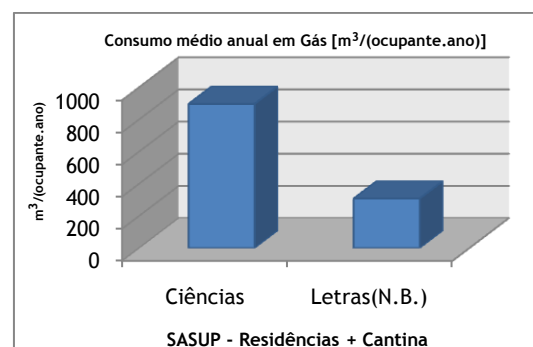


Figura 3.14 - Consumo médio anual de Gás por ocupante nas Residências + Cantina [m³/(ocupante.ano)].

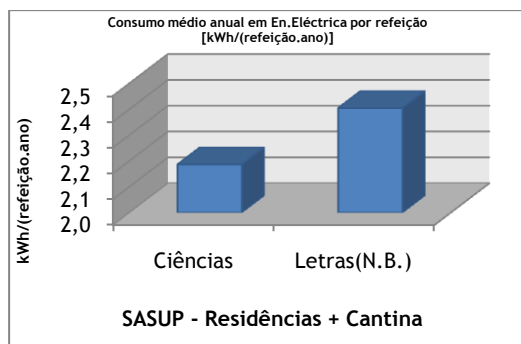


Figura 3.15 - Consumo médio anual de energia eléctrica por refeição [kWh/(refeição.ano)].

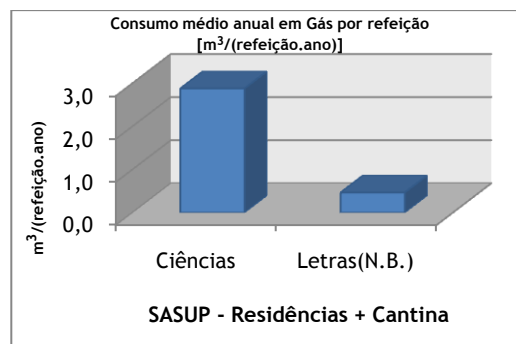


Figura 3.16 - Consumo médio anual de gás por refeição [m³/(refeição.ano)].

Na análise a estes dois edifícios pode-se verificar pela observação da Figura 3.11 e Figura 3.12 que a residência com cantina da Faculdade de Ciências apresenta um maior consumo do que a de Letras (Novais Barbosa), tanto em energia eléctrica como em gás. Quando se analisa o consumo por ocupante, já se verifica uma alteração, para o consumo de energia eléctrica os ocupantes de Letras são os mais consumidores.

Uma breve justificação dos resultados obtidos é que apesar da Residência e Cantina Novais Barbosa, em termos absolutos, apresentar maior consumo do que a de Ciências em energia eléctrica (Tabela 3.2), quando se faz esse consumo por unidade de m^2 os papéis de maiores consumidores invertem-se, pois a de Ciências é cerca de 2,5 vezes menor em espaço útil que a Novais Barbosa.

Em termos de ocupação são equiparadas, portanto os resultados seguem os valores absolutos, em que a primeira é menor consumidora em energia eléctrica e maior em gás.

Consumo de energia por refeição servida na cantina, verifica-se que existe um maior consumo de energia eléctrica pela residência com cantina Novais Barbosa, enquanto em gás a residência com cantina de Ciências já consome mais. Observa-se pela análise dos dados que existe um maior número de refeições servidas pela Novais Barbosa, o que em termos de energia eléctrica ainda assim não consegue atenuar pelo valor real que consome (Tabela 3.2), mas em relação ao consumo de gás já atenua esse consumo.

Tabela 3.2 - Consumo médio anual em Energia Eléctrica e Gás para os Edifícios SASUP

Edifício/Complexo de Edifícios	Residências							Residência+Cantina	
	A. Cunha	Bandeirinha	Alb. Amaral	Paranhos	Campo Alegre I	J.R. Sousa	S.J. de Brito	Ciências	Letras (N.B.)
Consumo energético (valor médio para 2007/2008/2009)									
Consumo médio anual em Electricidade (kWh/ano)	35.959	40.079	325.332	135.095	192.094	127.858	25.087	236.858	428.517
Consumo médio anual em Gás (m^3 /ano)	2.187	8.359	97.056	56.838	37.073	30.322	2.443	312.079	83.245
Edifício/Complexo de Edifícios	Cantinas e bares						Unidad. Alim.		Lav.
	FBAUP	FADEUP	FEP	FFUP	FBAUP	FMUP	FEUP	S. João	Carvalhosa
Consumo médio anual em Electricidade (kWh/ano)	50.306	35.959	149.302	-	-	-	217.621	123.679	-
Consumo médio anual em Gás (m^3 /ano)	2.132	2.132	23.686	-	-	-	27.709	97.200	-

Para os edifícios pertencentes ao UP - I&Di:

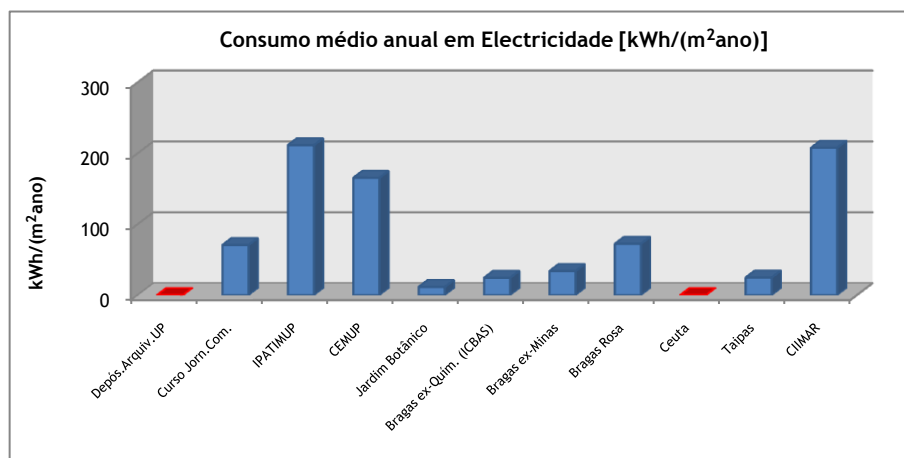


Figura 3.17 - Consumo médio anual de Energia Eléctrica por área [kWh/(m²ano)].

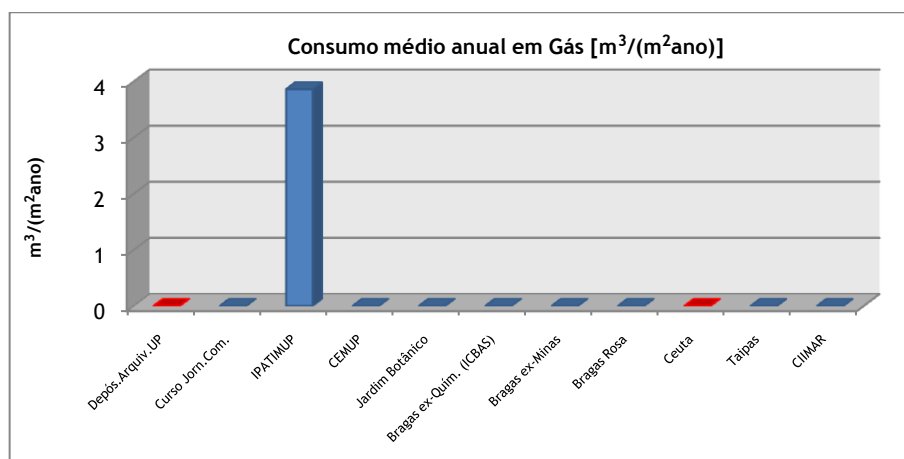


Figura 3.18 - Consumo médio anual de Gás por área [m³/(m²ano)].¹²

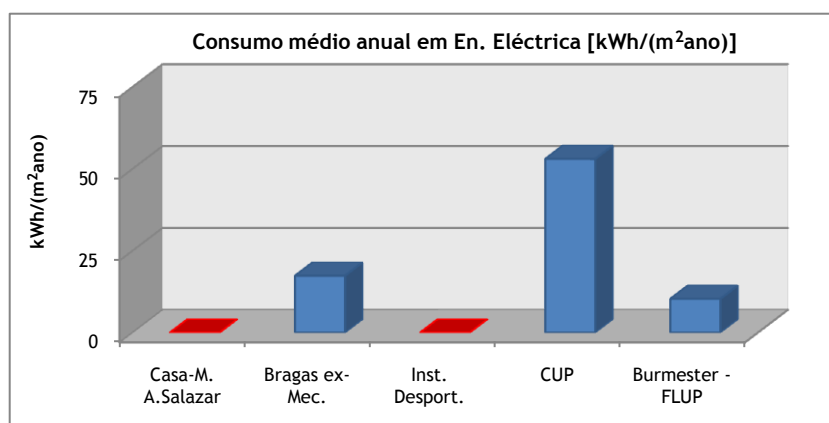
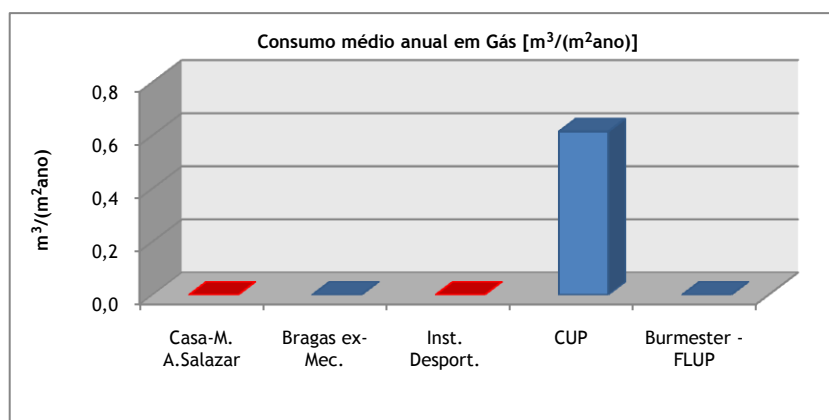
A análise dos consumos de energia eléctrica e de gás por m², presente nas Figura 3.17 e Figura 3.18, revela-nos que apenas um edifício consome os dois tipos de energia, que é o IPATIMUP. Em relação ao consumo de energia eléctrica, pode-se verificar um maior consumo por parte do IPATIMUP seguido do edifício do Parcauto - CIIMAR. Encontram-se como menores consumidores o Jardim Botânico e o edifício do ICBAS. O edifício do IPATIMUP é um dos maiores da presente lista. Apresentando grande consumo eléctrico devido, principalmente, à iluminação e à sua actividade que leva a um grande consumo por parte de equipamentos. Também de realçar o arrefecimento do edifício.

¹² As colunas do Depósito Arquivo UP e Ed. Rua de Ceuta encontram-se a vermelho pois, mais uma vez, por falta de informação desse edifício.

Tabela 3.3 - Consumo médio anual em Energia Eléctrica e Gás para os Edifícios UP - I&Di.

Edifício/Complexo de Edifícios	Depós.Ar quiv.UP	Curso Jorn.Com.	IPATIMUP	CEMUP	Jardim Botânico	Bragas ex-Quím. (ICBAS)	Bragas ex-Minas	Bragas Rosa	Ceuta	Taipas	CIIMAR
Consumo energético (valor médio para 2007/2008/2009)											
Consumo médio anual em Electricidade (kWh/ano)	-	403.103	732.862	126.876	26.234	22.586	47.793	47.759	-	16.379	419.034
Consumo médio anual em Gás (m ³ /ano)	-	0	13.390	0	0	0	0	0	-	0	0

Para os edifícios pertencentes ao UP - Cultura e Desporto, os resultados da análise das facturas dos edifícios são os seguintes:

**Figura 3.19** - Consumo médio anual de Energia Eléctrica por área [kWh/(m²ano)].**Figura 3.20** - Consumo médio anual de Gás por área [m³/(m²ano)].¹³

¹³ De referir que a Casa Museu Abel Salazar e o Instituto Desporto não apresentam resultados e por falta dessa informação, as colunas nas figuras se apresentam a vermelho.

A Figura 3.19 revela-nos que o consumo efectuado pelo Círculo Universitário é o maior realizado pelos edifícios da UP - Cultura e Desporto. Também podemos verificar que é o único que além de energia eléctrica consome gás para aquecimento. O CUP é um edifício que serve almoços e que apresenta igualmente, num edifício anexo, quartos. Portanto, o elevado consumo relativamente aos outros edifícios é justificado, devido à presença de cozinha no piso inferior, onde se preparam os almoços. Por isso, apresenta um maior consumo na iluminação, equipamentos e arrefecimento do espaço.

Tabela 3.4 - Consumo médio anual em Energia Eléctrica e Gás para os Edifícios UP - Cultura e Desporto.

Edifício/Complexo de Edifícios	Casa-M. A.Salazar	Bragas ex-Mec.	Inst. Desport.	CUP	Burmester - FLUP
Consumo energético (valor médio para 2007/2008/2009)					
Consumo médio anual em Electricidade (kWh/ano)	-	27.448	-	106.812	14.967
Consumo médio anual em Gás (m ³ /ano)	-	0	-	1.238	0

Para os edifícios UP - FIMS não existem dados relativos às facturas do edifício. Logo não serão analisados. Estes edifícios encontravam-se devolutos na altura da tentativa de realização de auditoria.

Uma análise desagregada por tipologia de edifícios apresenta o gráfico seguinte:

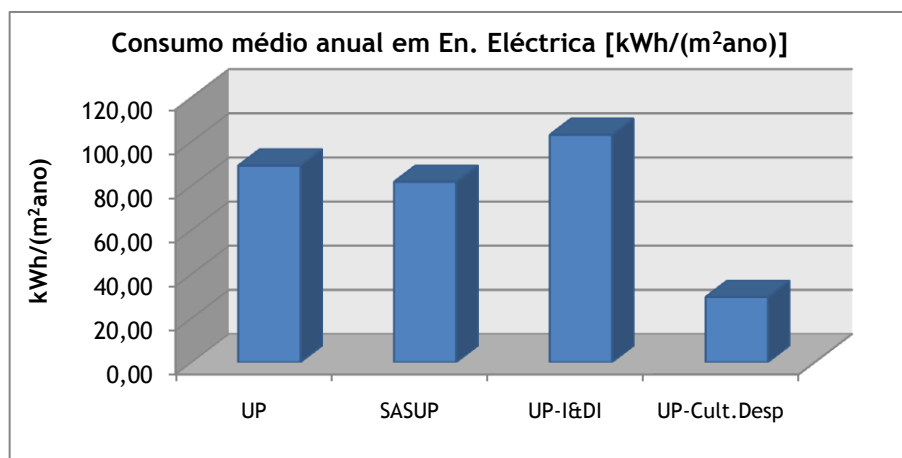


Figura 3.21 - Consumo médio anual de Energia Eléctrica por área por tipologia [kWh/(m²ano)].

Pela observação da Figura 3.21 pode-se aferir que os edifícios UP-I&DI são os edifícios que mais consomem por m². Pelo contrário os edifícios UP, que são faculdades, não são os mais ineficientes, mas mesmo assim são os segundos que mais consomem. De realçar a grande diferença dos edifícios de Cultura e Desporto, mas são resultados de apenas 3 edifícios e que são edifícios pequenos, que não consomem muito.

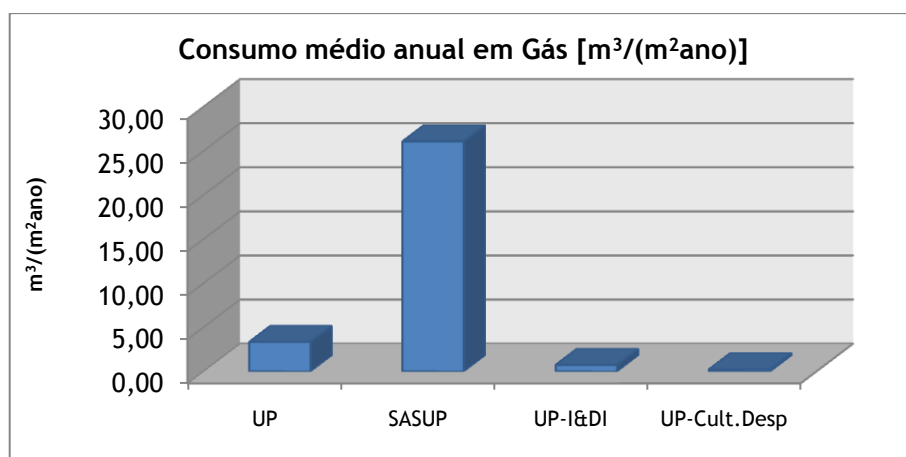


Figura 3.22 - Consumo médio anual de gás por tipologia [m³/(m²ano)].

No consumo de gás, verifica-se pela análise da Figura 3.22 que os edifícios do SASUP são os que mais gastam. Percebe-se o resultado pela actividade desenvolvida nos edifícios, pois parte dos edifícios são cantinas e unidades alimentares. Neste mesmo grupo existem as residências, onde foram identificados, pelas auditorias, a fraca consciencialização dos utentes com a climatização, deixando ligado sem qualquer tipo de preocupação eficiente, os equipamentos de climatização existentes. De seguida, apresentam-se os edifícios que são faculdades como mais consumidores, que é de esperar pelo que gastam em aquecimento, e que em muito é reforçado pelo aquecimento da piscina na FADEUP.

3.2.1.b - Análise dos Custos de Energia

A análise dos custos de energia é importante, uma vez que pode-se verificar quais os edifícios que mais gastam em energia e cruzando essa informação com o consumo efectivos dos edifícios tentar perceber se algum ajustamento de tarifário pode ser efectuado.

Após apresentação dos custos, é referido a diminuição do custo da energia que se pode alcançar se aplicadas as propostas de melhoria que são apresentadas nas auditorias energéticas.

Tabela 3.5 - Valor do custo em energia consumida, por tipo de edifícios (€/ano).

	UP ¹⁴	SASUP ¹⁵	UP - I&DI	UP - Cultura e Desporto	UP - FIMS	Total (€/ano)
En. Eléctrica	1.187.931	261.840	156.826	18.665	0	1.625.262
Gás	225.532	213.742	3.587	0	0	442.861
Total (€/ano)	1.413.463	475.582	160.413	18.665	0	Soma 2.068.123

As medidas de melhoria estudadas e apresentadas nos relatórios das auditorias, apresentam valores de poupanças em energia para o futuro. Sabe-se que para realizar essas

¹⁴ Valores apresentados não apresentam valores da FCUP, que não foram disponibilizados dados.

¹⁵ Valores não reais pois não foram apresentados nos relatórios técnicos. Valores apresentados são estimados e fornecidos pela Reitoria da Universidade do Porto.

medidas, é necessário efectuar investimento nesses trabalhos e a poupança obtida será necessária para se conseguir o retorno desse investimento. Com estes resultados pode-se verificar a poupança que será obtida no futuro após a aplicação das medidas de melhoria.

As medidas de melhoria, podem-se separar em 3 tipos. As que não afectam directamente a diminuição do consumo (Tipo 1), as que afectam directamente a diminuição do consumo com período de retorno inferior a 8 anos (Tipo 2), período de retorno estabelecido pelo RESECE e as de Tipo 3 que afectam directamente a diminuição do consumo mas com período de retorno superior a 8 anos.

Para a análise apresentada foram incluídos todos os 3 tipos de melhorias.

Tabela 3.6 - Valor obtido em euros/ano de poupança no consumo de energia após aplicadas as medidas de melhoria (€/ano).

UP	UP - SASUP	UP - I&Di	UP - Cultura e Desporto	UP - FIMS	Total (€/ano)
276.524	60.153	36.896	11.980	0	385.555

É pertinente referir que os resultados apresentados na Tabela 3.6 têm em falta valores de medidas de melhoria da FEUP, FEP e FCUP. Tal acontece porque não foram apresentados relatórios das auditorias destes edifícios. Para os edifícios da UP-SASUP só estão calculadas melhorias de 9 edifícios e para UP - Cultura e Desporto 3 edifícios.

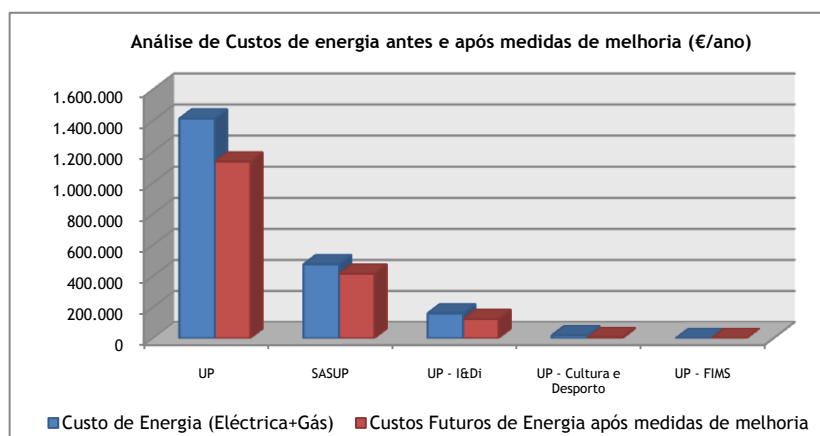


Figura 3.23 - Custos em Energia antes e após as medidas de melhoria propostas pelas auditorias energéticas.

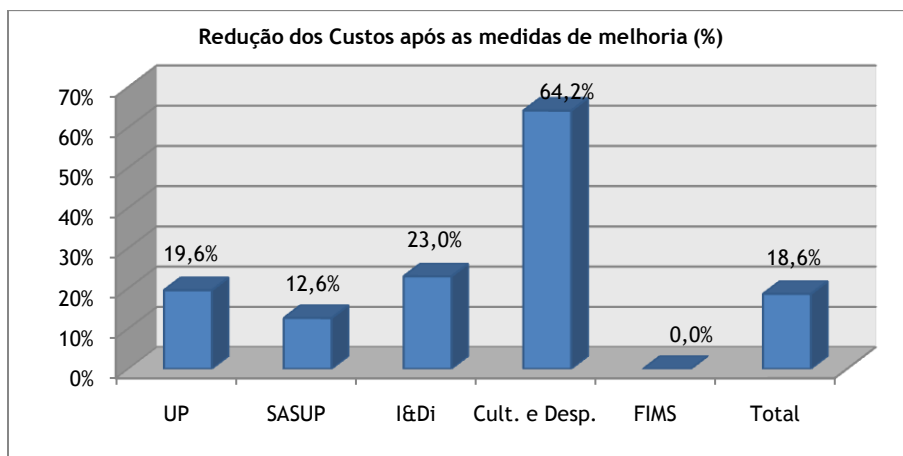


Figura 3.24 - Valor da redução obtida em percentagem dos custos em energia após as medidas de melhoria propostas pelas auditorias energéticas.

Como se pode verificar, as medidas de melhoria propostas pelas auditorias energéticas são preponderantes para a diminuição de consumos e conseqüente diminuição de custos em energia. Os edifícios da UP, que são os que mais gastam em energia, conseguem chegar a uma diminuição desse custo de cerca de 20%, sendo um valor de poupança de mais de 250 mil euros por ano, é um valor muito significativo. Pode-se também verificar a diminuição de mais de metade do custo de energia actual nos edifícios da UP - Cultura e Desporto e, por fim, mencionar que no geral a UP pode diminuir os custos de energia em 18,6% que equivale a aproximadamente 385 mil euros por ano.

Em relação a consumos específicos, em média e por tipo de edifício foi identificado os seguintes valores:

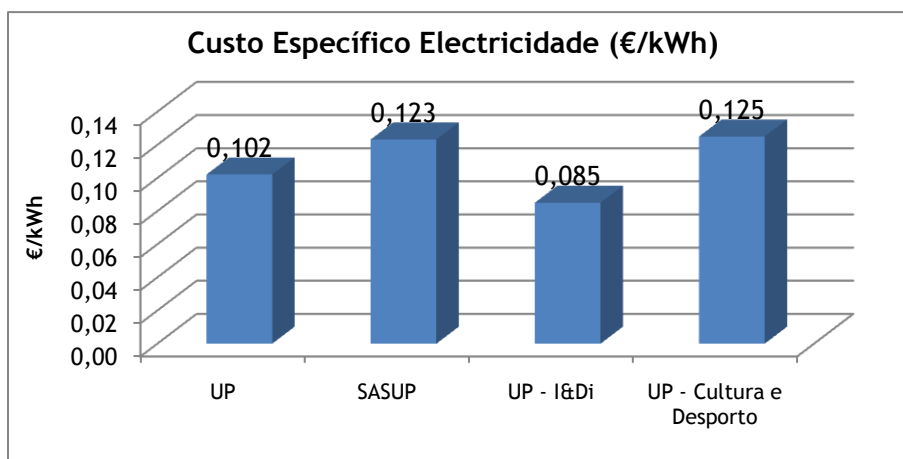


Figura 3.25 - Custo específico de aquisição de electricidade por tipo de edifício (€/kWh).

Em relação à aquisição de gás os resultados são apresentados de seguida.

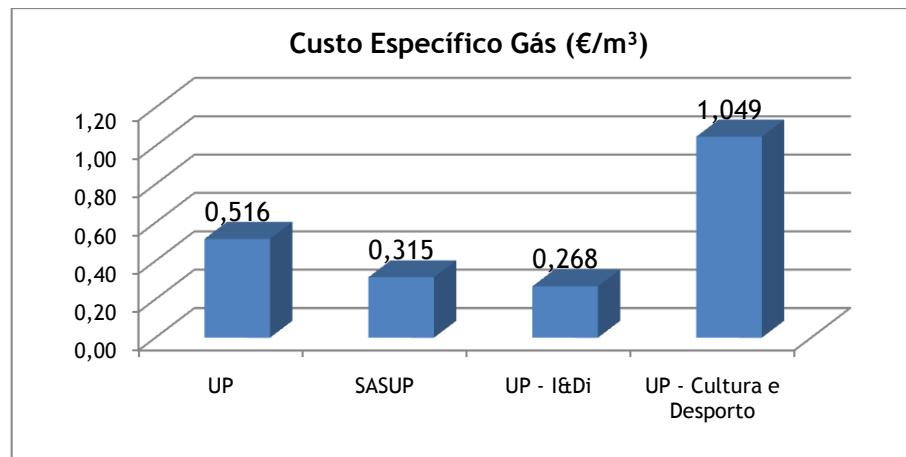


Figura 3.26 - Custo específico de aquisição de gás por tipo de edifício (€/m³).

Como se pode verificar (Figura 3.25) os custos de aquisição de electricidade não variam muito, existindo apenas o valor dos edifícios UP-I&DI com um valor mais baixo que os restantes. Pode-se concluir que estes edifícios têm os contratos de energia eléctrica mais acertados, pois são os que menos pagam por consumo efectuado. Os edifícios UP, em relação aos edifícios do SASUP e Cultura e Desporto também apresentam melhores contratos de aquisição de electricidade. Pode-se afirmar que devem ser rectificados alguns contratos dos edifícios que apresentam custos específicos mais elevados.

Em relação ao custo específico de gás (Figura 3.26) os valores obtidos já variam mais, mas era esperado devido aos vários tipos de gás que adquirem, e em que nuns edifícios apenas gás natural é adquirido e noutros, o gás propano e butano também é consumido.

3.2.1.c - Análise de Resultados da Simulação

A simulação energética tem como objectivo estabelecer um modelo matemático representativo do funcionamento energético real do edifício e aplicar os perfis nominais para se obter a classificação energética.

São apresentados os resultados dessas simulações e, a partir dos índices de eficiência energética de aquecimento, arrefecimento e outros são feitas análises comparativas dos resultados.

Inicialmente, apresentam-se os resultados dos edifícios UP, excluindo 2 edifícios que não foram fornecidos os relatórios das auditorias energéticas.

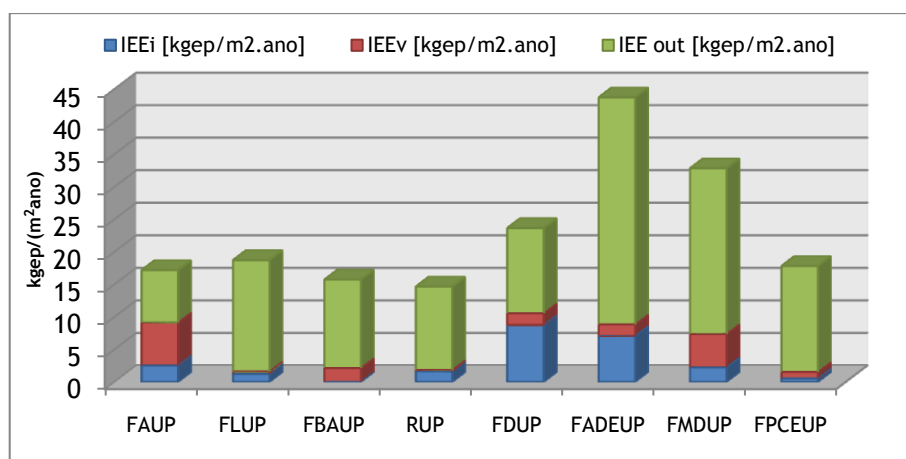


Figura 3.27 - Resultados da simulação energética, índices de eficiência energética nos Edifícios UP.

A componente IEEout (Índice de Eficiência Energética de consumos de iluminação, equipamentos e demais consumos) é, em todos os casos, superior aos indicadores de eficiência energética de aquecimento e arrefecimento. Este resultado indica que a componente da iluminação, dos equipamentos e outros consumos é sempre superior em todos os edifícios, para o cálculo do índice de eficiência energética, o que implica que esta é a maior proporção onde se pode trabalhar para diminuir consumos. Talvez uma maior responsabilização da utilização da energia eléctrica, na iluminação e nos equipamentos seja preponderante. Logo, como se pode verificar na Figura 3.27 existe grande diferença de todos os indicadores em todas as faculdades, ou seja existe grande disparidade na utilização da energia nos edifícios que têm função idêntica.

É pertinente referir o indicador IEEout na FADEUP e FMDUP como maior fatia (Figura 3.30) e de referenciar também a semelhança de resultado desse mesmo indicador na RUP, FBAUP e FDUP.

É relevante mencionar o maior valor de IEE de aquecimento em relação ao arrefecimento. Ou seja, os edifícios consomem mais energia para aquecer o espaço do que para o arrefecer (Figura 3.28 e Figura 3.29). De salientar que o aquecimento nos edifícios é efectuado por gás e o arrefecimento por energia eléctrica.

Para uma verificação mais específica:

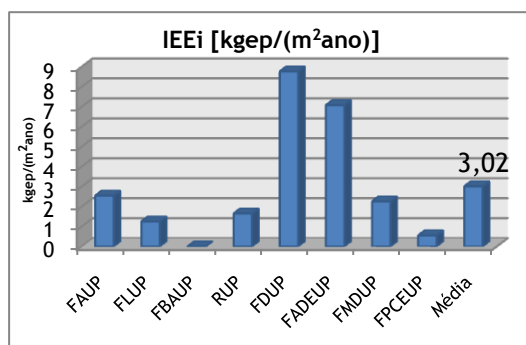


Figura 3.28 - IEE de Aquecimento nos Edifícios UP.

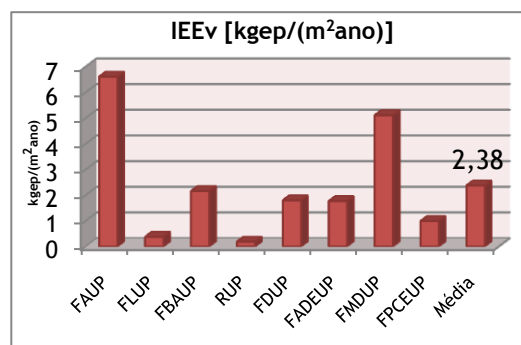


Figura 3.29 - IEE de Arrefecimento nos Edifícios UP.

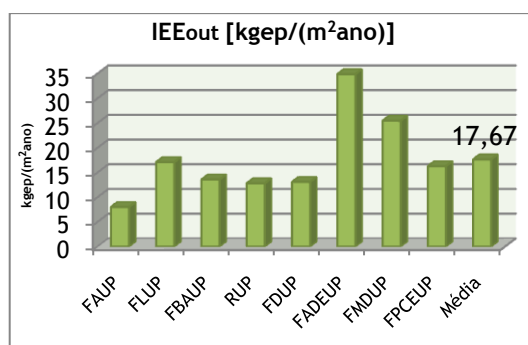


Figura 3.30 - IEE outros para os Edifícios da UP.

Para os Edifícios UP - I&DI os resultados são apresentados de seguida, excluindo dois edifícios, em que um deles é um edifício classificado como RCCTE, por isso não se efectua simulação energética e, relativamente ao outro o relatório não estava disponível.

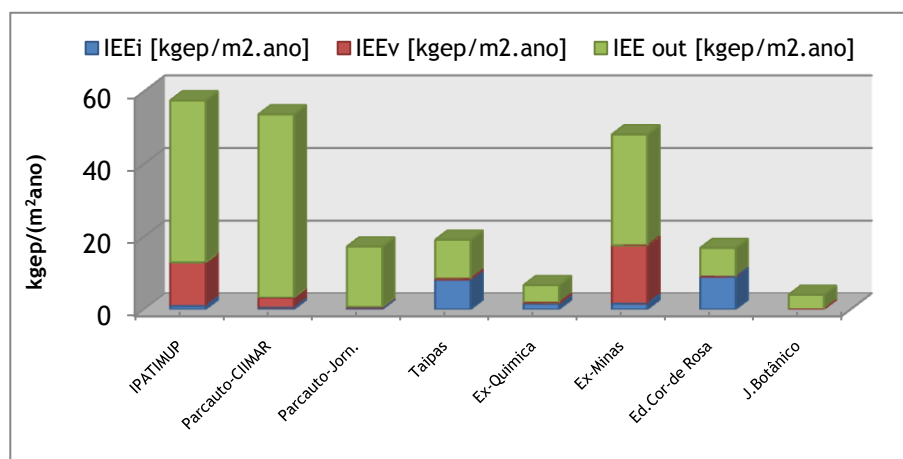


Figura 3.31 - Resultados da simulação energética, índices de eficiência energética nos Edifícios UP - I&DI.

Através da análise da Figura 3.31 mais uma vez se realça que a componente do índice de eficiência energética de consumos sem serem de aquecimento e arrefecimento é a que mais contribui, tendo maior peso no resultado dos índices. De salientar, as grandes parcelas obtidas para o IPATIMUP, Parcauto - CLIMAR e Ex-Minas. De notar, que todos os edifícios apresentam resultados de forma semelhante, mas com pesos diferentes.

As componentes de aquecimento e arrefecimento, neste grupo, apresentam resultados divergentes em relação aos edifícios UP. Isto é, a componente média do arrefecimento é superior que a do aquecimento. Este resultado revela-nos que estes edifícios necessitam mais de arrefecimento do que aquecimento, o que pode ser justificado pela utilização do edifício. Enquanto as faculdades se encontram de férias, no período de maior calor (Verão), neste grupo de edifícios o trabalho é contínuo todo o ano, ou seja, há necessidade de arrefecer os espaços no período de maior calor. Este facto pode-se verificar principalmente no IPATIMUP e edifício Ex-Minas que são a grande parcela do valor total.

Relativamente ao aquecimento, os edifícios da Rua das Taipas e Edifício Cor-de-Rosa apresentam valores idênticos e bastante superiores aos demais edifícios. Este resultado indica a degradação do revestimento, falta de capacidade de armazenar calor. De facto, é de

realçar que um dos edifícios se encontrava devoluto no momento das visitas relativas à auditoria energética.

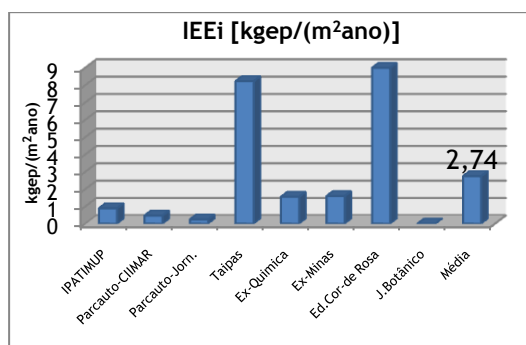


Figura 3.32 - IEE de Aquecimento nos Edifícios UP - I&DI.

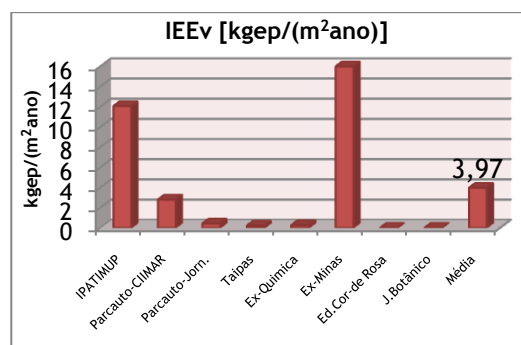


Figura 3.33 - IEE de Arrefecimento nos Edifícios UP - I&DI.

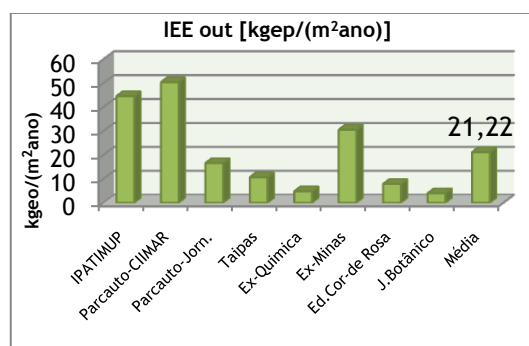


Figura 3.34 - IEE outros para os Edifícios da UP - I&DI.

Como se pode verificar com maior pormenor, a componente IEE_{out} apresenta valor médio superior às componentes de aquecimento e arrefecimento juntas.

Edifícios UP - Cultura e os resultados estão apresentados de seguida, excluindo dois edifícios que, como referido anteriormente, um deles é um edifício classificado como RCCTE, portanto não se efectua simulação energética e outro não estava disponível o seu relatório.

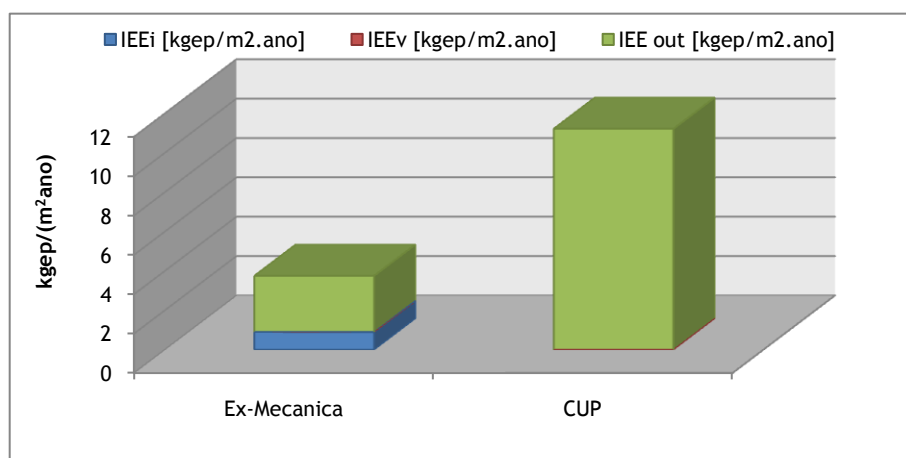


Figura 3.35 - Resultados da simulação energética, índices de eficiência energética nos Edifícios UP - Cultura e Desporto.

Na Figura 3.35 pode-se verificar que o edifício do CUP só apresenta consumo para iluminação e equipamentos, e nenhum consumo para qualquer tipo de climatização. Ou seja, o gás que consome (valores apresentados pela análise das facturas) é somente para utilização na cozinha. O edifício Ex-Mecânica, como em todos os resultados anteriores, apresenta o IEE_{out} superior ao IEE_i que também consome. Entre os dois, o CUP tem maior consumo pois como referido anteriormente a existência de cozinha e serviço de almoços faz com que o consumo de equipamentos e iluminação seja elevado. Como não apresenta consumo para arrefecimento não foi apresentado a figura desse indicador.

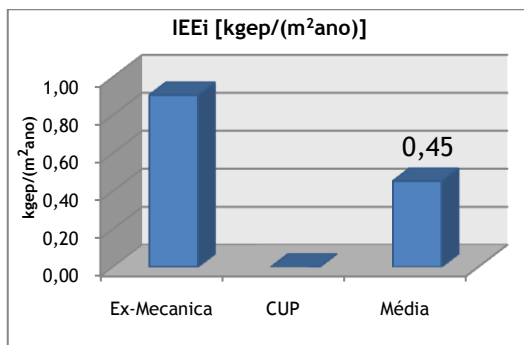


Figura 3.36 - IEE de Aquecimento nos Edifícios UP - Cultura e Desporto.

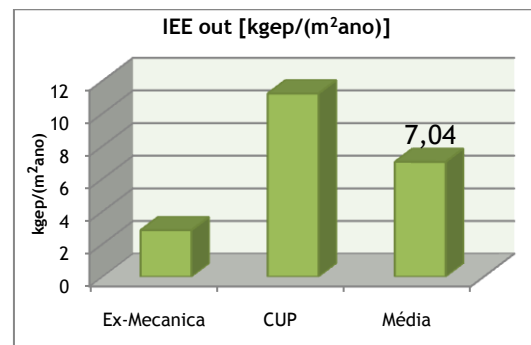


Figura 3.37 - IEE_{out} para os Edifícios da UP - Cultura e Desporto.

Os resultados obtidos podem também ser agregados, e efectuar-se uma análise dos consumos por tipo de edifícios. Essa análise foi efectuada e é apresentada de seguida.

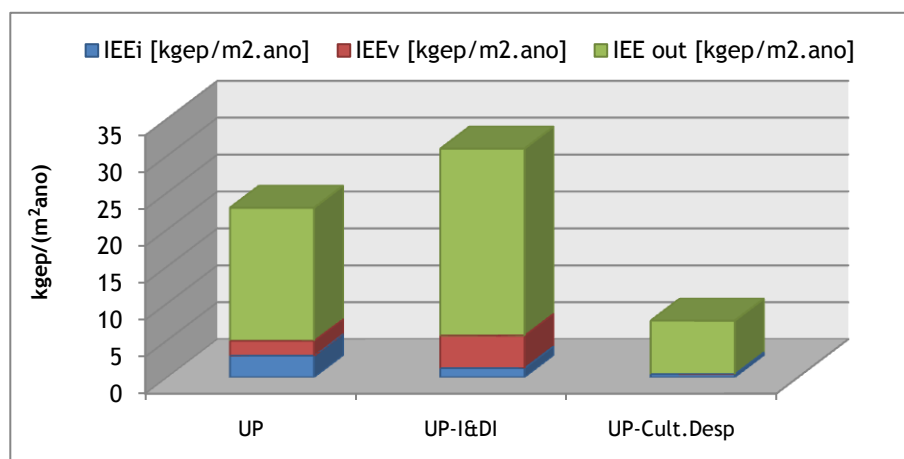


Figura 3.38 - IEE de Aquecimento, Arrefecimento e Outros desagregado por tipo de edifícios.

Como se pode verificar na Figura 3.38, os edifícios UP - I&DI apresentam tanto no índice de eficiência energética de outros consumos, como no índice de eficiência energética de arrefecimento maior valor em relação aos edifícios UP. Em sentido contrário os edifícios UP apresentam maior índice de eficiência energética de aquecimento. Estes resultados vão de encontro com as análises feitas anteriormente, o arrefecimento existente nos edifícios que estão em funcionamento nos meses de Verão. Numa visão geral, o índice de outros consumos bate os outros dois índices de uma forma esmagadora, apresentando valores na ordem das cinco vezes superiores.

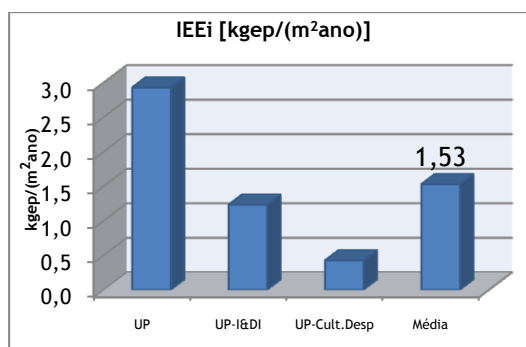


Figura 3.39 - IEE de Aquecimento por tipo de edifícios.

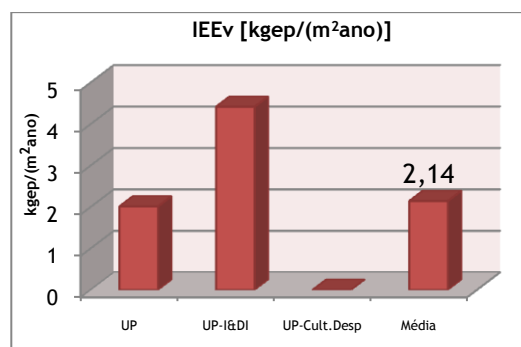


Figura 3.40 - IEE de Arrefecimento por tipo de edifícios.

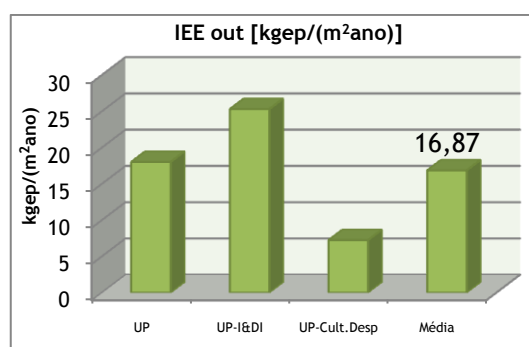


Figura 3.41 - IEE outros por tipo de edifícios.

A classificação do edifício, relativamente ao RSECE (etiquetagem do edifício), não foi estudado, pois o objectivo era identificar consumos e não comparar classificações dos edifícios. Mas, pode-se verificar no Anexo C um gráfico exemplar do IEE_{nom} e IEE_{ref} de cada edifício, e a classificação obtida após simulação dinâmica. Assim pode-se comparar edifícios a que são aplicados IEE_{ref} iguais, ou pelo menos aproximados, e verificar o consumo obtido pela simulação dinâmica. Assim, com estes dados já é perceptível a existência de edifícios mais ineficientes que outros.

3.2.2 - Auditoria à Qualidade do Ar Interior

Como já foi referido anteriormente, o estudo à qualidade do ar interior passa pela análise de poluentes e a avaliação das condições de higiene e capacidade de filtragem dos sistemas de AVAC.

Após levantamento dos resultados da auditoria à qualidade do ar interior, verifica-se que todos os edifícios analisados apresentam medições acima dos valores máximos de referência, à excepção de dois edifícios, o Edifício da Residência de Paranhos e a Cantina e Bar de Belas Artes que apresentam todos os parâmetros abaixo dos valores máximos de referência. Por isso, terão de ser sujeitos a um plano de acções correctivas da QAI, chamado PAC-QAI, no prazo máximo de 30 dias, a contar da data de conclusão da auditoria[18].

3.2.2.a - Edifícios UP

Na Tabela 3.7 são apresentados o número de pontos que foram medidos, por tipo de poluente, para o primeiro grupo de edifícios - UP- sendo que, de seguida, se pode verificar o facto já referido anteriormente, em todos os edifícios existem pontos acima dos valores de referência. Na Figura 3.42 e, demais figuras que apresentam os resultados deste ponto, são expostos a percentagem de número de pontos que foram medidos com valores acima dos máximos de referência.

Tabela 3.7 - Número de pontos que foram medidos para análise dos poluentes em cada Edifício para o 1º Grupo de análise: UP.

Edifício/Complexo de Edifícios	Nº Pontos Medidos										
	RUP	FAUP	FBAUP	FCUP	FADEUP	FDUP	FEP	FEUP	FLUP	FPCEUP	FMDUP
Radão	7	4	4	-	16	6	-	-	9	10	7
Outros	15	16	11	-	64	11	-	-	22	21	36

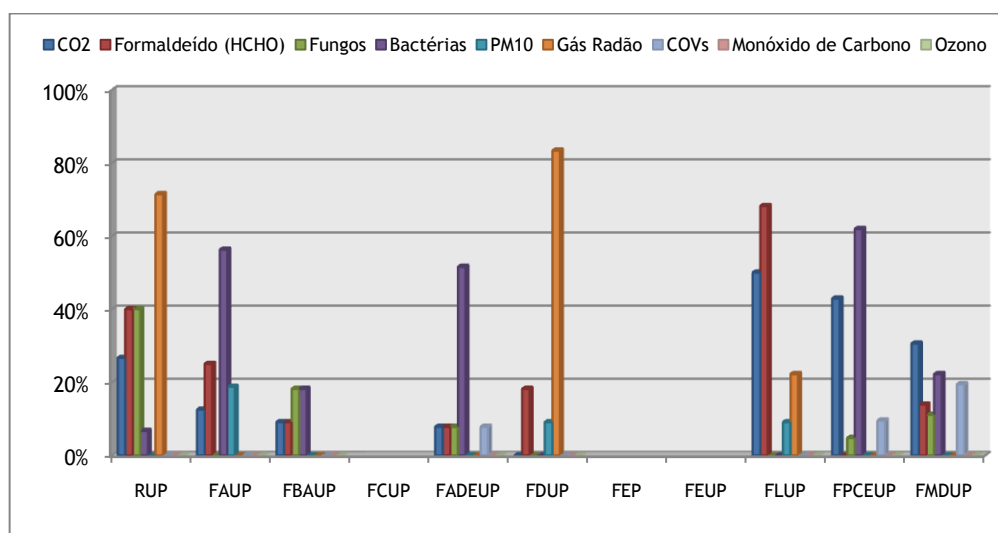


Figura 3.42 - Percentagem de pontos medidos que se encontram acima dos valores de referência para os Edifícios do 1º Grupo de análise: UP.

Como se pode verificar na Figura 3.42 em valor percentual o gás radão apresenta valores muito elevados para a Reitoria e para a Faculdade de Direito da UP. Estes resultados, observando a Tabela 3.7, vêm a ser alarmantes relativamente ao número de pontos que foram medidos, 7 e 6 respectivamente. Isto demonstra que estes edifícios têm de rapidamente efectuar acções de correcção de forma a conseguir ultrapassar este problema, pois este poluente é cancerígeno e portanto, muito prejudicial, como de resto se percebe. Observa-se, igualmente, em 4 edifícios valores de bactérias acima de 20% demonstrando existência de humidade e ventilação deficiente nos edifícios.

3.2.2.b - Edifícios SASUP

No segundo grupo de análise, os edifícios SASUP, até à data da realização da dissertação, só foram fornecidos 9 relatórios das auditorias à qualidade do ar interior.

Tabela 3.8 - Número de pontos que foram medidos para análise dos poluentes em cada Edifício para o 2º Grupo de análise: UP.

Edifício/Complexo de Edifícios	Nº Pontos Medidos								
	Residências			Residência + Cantina		Unidad. Alimentares		Cantina e Bar	
	Alberto Amaral	Paranhos	Campo Alegre I	Ciências	Letras (Novais Barbosa)	Engenharia	S. João	Belas Artes	Desporto
Radão	2	4	3	1	1	1	1	3	3
Outros	5	13	13	6	8	6	5	3	2

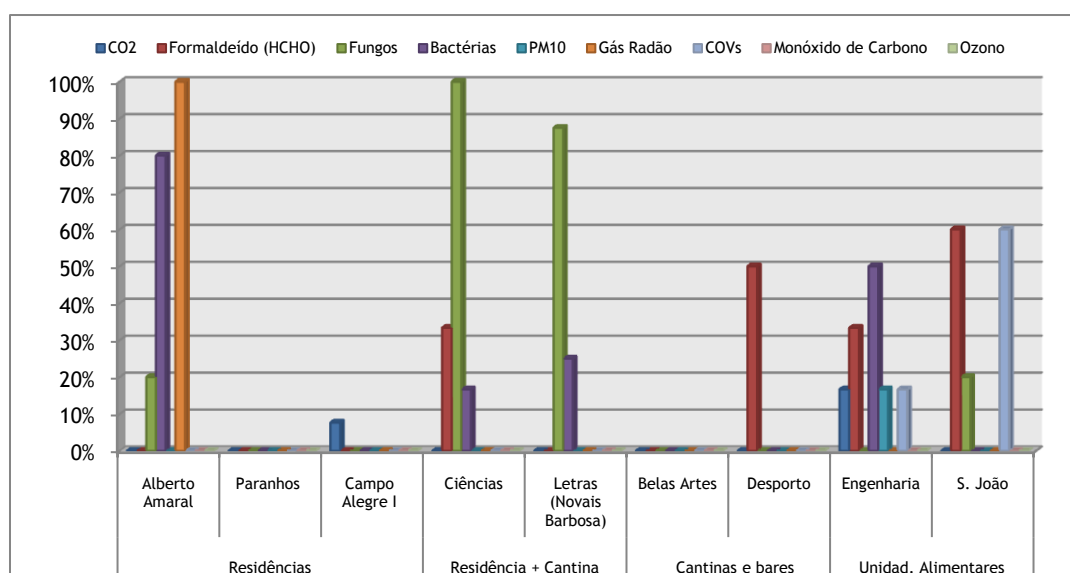


Figura 3.43 - Percentagem de pontos medidos que se encontram acima dos valores de referência para os Edifícios do 2º Grupo de análise: UP.

Na Figura 3.43 verifica-se que no grupo de análise - SASUP - se encontram os únicos dois edifícios, de todos estudados, em que a totalidade dos poluentes em análise se encontra abaixo do máximo de referência. A Residência de Paranhos e a Cantina e Bar de Belas Artes são o exemplo em que todos os outros edifícios devem seguir, para serem emitidos os certificados da qualidade do ar interior.

A Residência do Campo Alegre I apresenta um único poluente acima do máximo de referência, com a percentagem que apresenta, e cruzando com a Tabela 3.8 em que foram medidos 13 pontos, pode-se concluir que apenas um ponto se encontrava fora dos limites. O mesmo se passa com a Cantina e Bar de Desporto, apresentando apenas um ponto acima do máximo de referência. Portanto, são casos de fácil resolução, sendo necessário aumentar a ventilação do edifício pois, neste primeiro exemplo, trata-se de um caso de CO₂. No segundo, como se trata de formaldeído, que advém de líquidos de limpeza e materiais do edifício também, torna-se necessário o aumento da ventilação do edifício.

É pertinente referir no caso da Residência Alberto Amaral, a existência do Gás Radão, sendo preponderante a sua resolução. Os fungos e bactérias, em muitos dos casos, com grandes percentagens de pontos de medição acima do máximo de referência.

3.2.2.c - Edifícios UP - I&Di

No terceiro Grupo de análise, UP - I&Di, à excepção do Complexo da Rua dos Bragas - Edifício Rosa, Edifício Rua de Ceuta e Rua das Taipas, em todos os outros foram feitas análise da qualidade do ar interior.

Tabela 3.9 - Número de pontos que foram medidos para análise dos poluentes em cada Edifício para o 3º Grupo de análise: UP

Edifício/Complexo de Edifícios	Nº Pontos Medidos						
	Parcauto Curso Jorn.Com.	IPATIMUP	CEMUP	Jardim Botânico	Bragas ex-Quím. (ICBAS)	Bragas ex-Minas	Parcauto CIIMAR
Radão	4	5	2	1	4	4	4
Outros	20	20	5	1	9	12	12

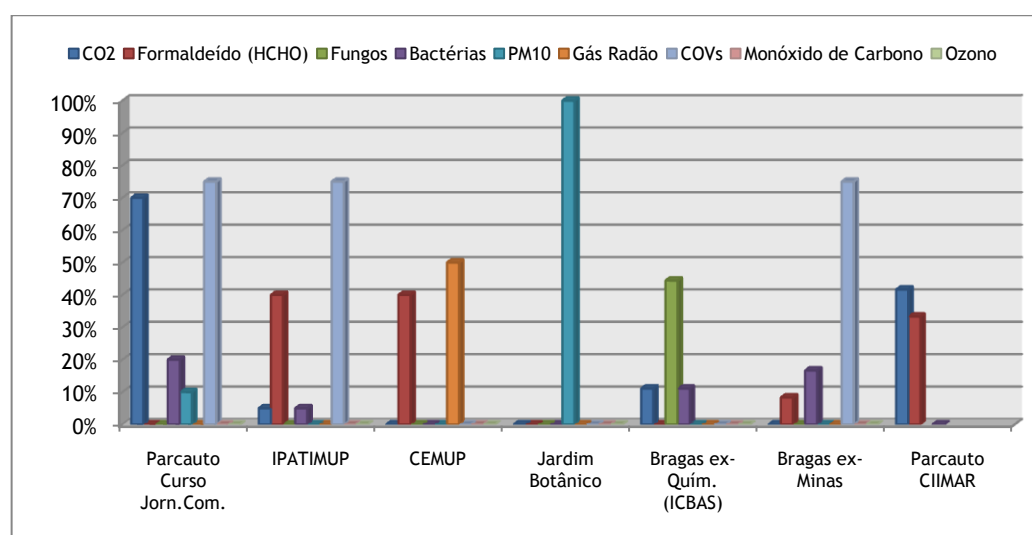


Figura 3.44 - Percentagem de pontos medidos que se encontram acima dos valores de referência para os Edifícios do 3º Grupo de análise: UP

Através da análise dos resultados presentes na Figura 3.44, o que se torna mais evidente é o do Jardim Botânico onde apenas um dos poluentes não está abaixo do regulamentar. No Jardim Botânico, houve medição de 1 ponto apenas, como se pode verificar pela Tabela 3.9. O poluente PM10, tendo origem em fumos, entradas de ar, papel, isolamento de tubagem, resíduos de água, carpetes, filtros de AVAC e produtos de limpeza, foi o poluente encontrado acima dos limites de referência. Dado que o edifício cumpre a lei do tabaco (Lei n.º 37/2007), e não possui qualquer sistema de AVAC instalado, os factores que estarão associados à presença de partículas em concentrações acima dos valores máximos de referência, serão sobretudo as entradas de ar, isolamento de tubagens, resíduos de água, presença de carpetes em vários espaços do edifício e a utilização em grandes quantidades de produtos de limpeza, bem como as obras que estavam a decorrer no edifício aquando da auditoria. Portanto, para

este caso ser resolvido sugere-se o aumento da ventilação que deverá resolver rapidamente este problema.

De assinalar que apenas o edifício do CEMUP apresenta Gás Radão acima dos valores máximos de referência, e o Formaldeído presente acima do regulamentar em 4 dos casos. O Formaldeído é um gás incolor que advém de materiais do edifício, contraplacados, tecidos de decoração e líquidos de limpeza. A utilização dos produtos de limpeza e uma consequente ventilação fraca está por detrás deste problema. Insiste-se com a relevância no aumento da ventilação.

3.2.2.d - Edifícios UP - Cultura e Desporto

No quarto Grupo de análise, UP - Cultura e Desporto, são analisados os edifícios do Complexo da Rua dos Bragas - Ex-Mecânica e o Círculo Universitário. Não existe análise dos 2 restantes edifícios.

Tabela 3.10 - Número de pontos que foram medidos para análise dos poluentes em cada Edifício para o 4º Grupo de análise: UP

Edifício/Complexo de Edifícios	Nº Pontos Medidos	
	Bragas ex-Mec.	Círculo Univ.
Radão	5	1
Outros	9	5

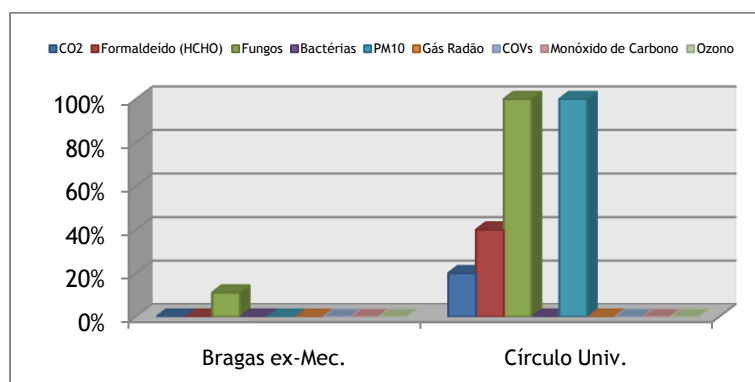


Figura 3.45 - Percentagem de pontos medidos que se encontram acima dos valores de referência para os Edifícios do 4º Grupo de análise: UP

A análise dos edifícios da UP- Cultura e Desporto, indica que o edifício da Rua dos Bragas Ex-Mecânica se apresenta em melhor estado que o CUP, no primeiro há uma ventilação mais eficiente, eliminando facilmente o ponto onde se verificou fungos acima do valor máximo de referência, assim a humidade diminuirá.

No caso do CUP, quatro poluentes foram encontrados acima do valor regulamentar, sendo necessária uma actuação mais eficiente.

3.2.2.e - Edifícios FIMS

Por fim, o 5.º Grupo de análise não apresenta auditorias QAI, pois estes encontravam-se devolutos.

3.2.2.f - Análise Comparativa entre Grupos de análise

Neste ponto efectua-se a análise comparativa dos resultados por grupo de análise, realizando-se o cruzamento de resultados.

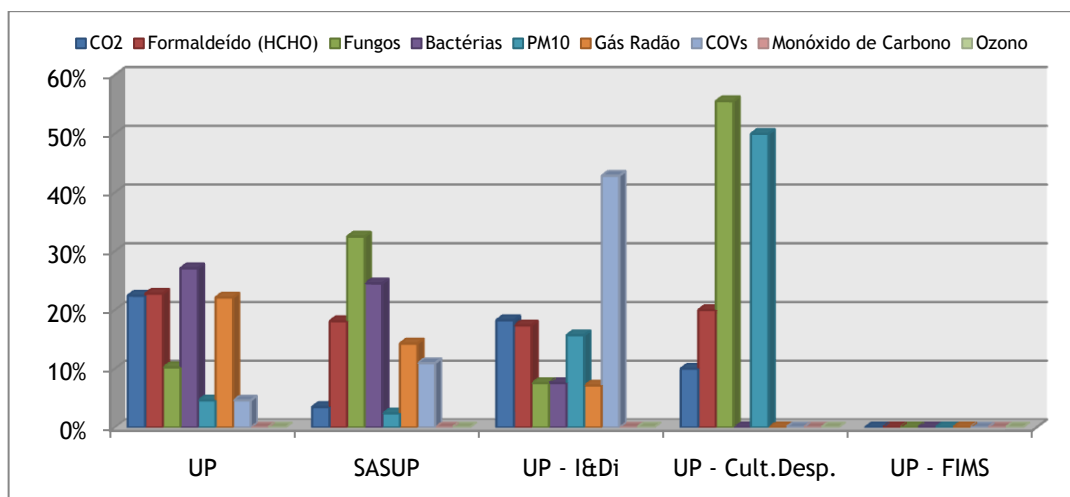


Figura 3.46 - Resultados da Média dos pontos acima do valor máximo de referência por cada grupo de análise.

A média dos pontos acima do máximo de referência por grupo de edifícios (Figura 3.46) oferece uma visão mais geral da qualidade do ar interior. Pode-se constatar que os edifícios do grupo UP são os que apresentam maior número de poluentes acima dos 20% dos pontos acima do regulamentar.

Outro ponto pertinente é o caso dos fungos, que se apresenta com o máximo dos resultados no grupo da UP - Cultura e Desporto. O PM₁₀, e os COVs apresentam as maiores quantidades no grupo UP - I&Di.

Os edifícios UP, sendo os edifícios das Faculdades da UP, e com maior ocupação (21206 ocupantes, divididos por alunos e funcionários) apresentam, como referido, o maior número de poluentes acima dos 20% dos pontos acima do regulamentar. Mas, como se pode verificar na Figura 3.47 em termos médios totais - média de todos os poluentes por grupo de análise - já não se verifica, sendo o de maior percentagem de valores acima do máximo de referência.

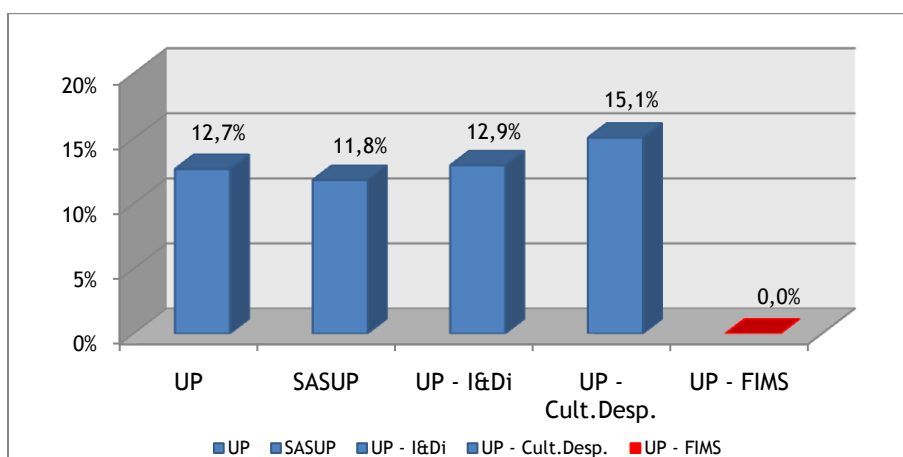


Figura 3.47 - Média de todos os poluentes com os pontos acima dos valores máximos de referência.¹⁶

3.2.3 - Planos de Manutenção

A análise dos planos de manutenção passou, inicialmente, pela verificação do inventário dos equipamentos e a existência, ou falta da mesma, de equipas de manutenção inerentes aos edifícios da Universidade. Foi necessário obter informações de outras fontes sobre este tema, que tão importante é e, talvez não seja devidamente caracterizado.

De seguida apresenta-se um inventariado dos equipamentos que a execução dos relatórios dos planos de manutenção identificou nos edifícios da UP.

Tabela 3.11 - Inventariado dos equipamentos presentes nos planos de manutenção.

Equipamento	Número de Equipamentos	Equipamento	Número de Equipamentos
Bombas	161	Permutador	1
Caldeiras	26	Termoventilador	1
Chillers	9	Termoacumulador	12
USV's	191	Desumidificadores	3
UTA's	78	Rooftop	1
Ventiladores	149	Esquentador	3
Radiadores	> 101 ¹⁷	Compressores	2
Quadros Eléctricos	> 101 ¹⁸	Unidades Recuperadoras de Calor	2
Filtros de Ar	36	Gerador	1
PT	1		

¹⁶ Edifícios devolutos, não se efectuou análise QAI.

¹⁷ Apenas alguns relatórios quantificaram os radiadores em número exacto, havendo referência em alguns relatórios a um número superior de um determinado valor.

¹⁸ Em alguns relatórios não foi apresentada a informação do número de quadros, o que nos indica que o valor real é superior.

Numa primeira análise, verifica-se que não existe na totalidade dos casos, equipas de manutenção especializada para efectuar de forma preventiva as acções de manutenção aos edifícios. Em alguns casos, as faculdades têm contratos com empresas de manutenção mas, quando verificam os equipamentos, há a sensação que neste processo existem falhas.

Pormenorizadamente, podem-se cruzar os resultados obtidos pelo levantamento do estado dos equipamentos com a qualidade do ar interior dos edifícios, e verifica-se que a qualidade do ar interior nos edifícios encontra-se deficiente. De certa forma também pela falta de manutenção dos equipamentos, falta de limpeza de condutas de ar, falta de limpeza de filtros dos equipamentos e fugas existentes que criam humidades. Como se pode verificar, a manutenção do edifício, que se encontra deficiente, é necessária e preponderante.

Foi efectuado o estudo da forma como se poderia solucionar este problema, e alguns cenários foram analisados. A análise que passo a explicar inclui 4 cenários diferentes.

1. Criação de valências internas;
2. Criação de empresas de manutenção internas na UP;
3. Contratação de empresas exteriores à UP;
4. Empresas ESCO.

Todas estas possibilidades apresentam pontos positivos e pontos negativos na sua implementação, passando por uma destas situações a solução da problemática da manutenção aos edifícios da UP.

A primeira solução que passava pela criação de valências internas ao pessoal existente nos edifícios tem sempre um valor acrescentado pelo conhecimento que essas pessoas já apresentam do próprio edifício e dos equipamentos que aí se encontram. Mas, o maior problema desta solução é o entrave que o pessoal dos edifícios coloca a esta solução, a já conhecida desculpa de não ter idade para tirarem os cursos necessários. Contudo, se o mesmo fosse concretizado, existe a possibilidade de acomodação do pessoal após entrarem em funções dos cargos de manutenção.

A segunda solução passa por criar empresas internas à UP que executem as acções de manutenção a todos os edifícios. O maior problema desta solução passa pela dificuldade de agregar todos os edifícios na manutenção. A criação de sub-equipas separadamente que executem as acções mais eficientemente resolveria esse problema. Sabe-se que para tal era necessário os requisitos do pessoal técnico, os técnicos responsáveis pela manutenção (TRF, TIM e TQAI).

A contratação de empresas exteriores à UP, terceiro cenário, passa pela solução que já existe em alguns edifícios. Esta solução apresenta muitas dificuldades de aplicação, não porque seria difícil de concretização, mas porque existe risco de falta de compromisso das empresas. Para que tal seja controlado, a UP teria de fiscalizar essa situação, o que levaria a um desperdício de recursos humanos. Positivamente, a contratação das empresas levaria a uma aplicação imediata da manutenção pois desta forma não seria necessário tempo para formar pessoal.

A última das soluções, as empresas ESCO, positivamente, apresentam a própria vontade de criar poupança, criar bom trabalho, uma vez que estes recebem pela poupança efectiva que produzem. Com a contratação deste tipo de empresas, a fiscalização referida anteriormente na terceira solução, não seria necessária pela razão demonstrada. Porém uma razão pode criar resistência a esta solução. A razão é a exagerada vontade destas empresas de aplicação de medidas, que podem passar por estratégias de resolução sem viabilidade, de forma a conseguirem criar poupança para mais receberem em função disso.

Estas soluções apresentadas podem e são boas possibilidades para solucionar a aplicação dos planos de manutenção preventiva aos edifícios da UP. A manutenção é fundamental e quanto mais precocemente foi aplicada de forma eficiente e responsável, fará a UP ganhar em muito, desde o aumento do tempo de vida dos equipamentos, da qualidade do ar interior dos edifícios e a consequente poupança energética que é objectivo deste plano.

Capítulo 4

Conclusões

4.1 - Conclusão Final

A realização da dissertação passava por analisar as auditorias realizadas aos edifícios da Universidade do Porto. As auditorias pretendem, numa explicação simples, analisar os consumos dos edifícios e classificá-los de acordo com esse consumo. Essa classificação fará com que o edifício seja identificado como um edifício bom ou mau quanto ao envelope. No entanto, essa classificação, na realidade não resulta numa reflexão conclusiva quanto à eficiência energética observada nos consumos dos edifícios da UP.

Portanto, a etiqueta energética dos edifícios referidos nas auditorias não foram interessantes do ponto de vista do estudo, pois essa classificação é sempre de acordo com consumos de referência que se revelaram muito discutíveis. A UP não está interessada na classificação uma vez que o objectivo não é comparar os edifícios mas sim comparar os consumos que estes apresentam.

O estudo a partir dos consumos reais e consumos simulados pela auditoria energética, método de estudo utilizado, conseguiu definir certos consumos que não seguiam o padrão de edifícios com o mesmo tipo de serviços. Estes resultados aliados às informações mais específicas de cada edifício, presentes nos relatórios, levaram a determinadas conclusões.

Esta dissertação permitiu-nos identificar, de forma clara, a debilidade da manutenção aos edifícios da UP. A necessidade de aplicação dos planos de manutenção preventiva é um dos principais focos em que deve residir a actuação da UP. É obvio que o ganho advém do melhor funcionamento dos equipamentos, ora com a manutenção preventiva a ser efectuada, para além da eficiência aumenta-se o tempo de vida dos equipamentos e o conforto dos utilizadores nos espaços. No seguimento de uma boa manutenção, advém a qualidade do ar interior dos edifícios. Como podemos verificar pelos resultados obtidos, é um dos aspectos que se apresenta com bastantes lacunas, e que em muito terá de melhorar para se poderem emitir certificados energéticos. A forma de melhorar a qualidade do ar interior passa, também, pela execução das tarefas de manutenção nos equipamentos AVAC do edifício. Um exemplo, fácil e rápido, é a manutenção dos filtros dos equipamentos de insuflação de ar no edifício, que se estiverem com manutenção adequada a circulação do ar será efectuada de forma mais eficiente, e com maior qualidade. Como foi referido nos resultados, o aumento da ventilação do edifício é uma das soluções de muitos problemas apresentados. Foi identificado

em relação à qualidade do ar interior que os limites de referência a serem cumpridos revelam-se bastante apertados. Isto é, torna-se extremamente difícil cumprir os parâmetros que são definidos pelo regulamento e, para se efectuar algumas alterações nos edifícios para se cumprir os parâmetros revela-se bastante dispendioso. Em edifícios da UP, com alguns anos, o problema dos investimentos muito caros ainda é maior.

Foi possível, também, identificar no âmbito desta dissertação aspectos de maior relevância, em particular, e que podem melhorar a eficiência dos edifícios. De forma muito clara se percebe que algo pode ser feito por exemplo na FADEUP de forma a alterar, tanto em gasto de energia como uma medida de redução de custo, o gás que é consumido. Este exemplo, também, se aplica na Unidade Alimentar da FEUP, pois em comparação com a outra unidade alimentar presente, se identifica um excesso de consumo de gás. Portanto, nestes dois casos é possível e bastante vantajoso, a aplicação de um sistema solar térmico para produção de AQS, que no caso da FADEUP preferencialmente seria utilizado na piscina.

A execução da dissertação permitiu agregar todo o universo das auditorias aos edifícios da UP e, averiguar situações de maior problemática nas instalações. Permitiu com o estudo efectuado, apresentar situações por onde se poderá começar a execução de medidas de melhoria para se progredir de forma a tornar os edifícios da UP mais eficientes.

Referências

- [1] Sánchez, F.d.l.F. *Manual de boas práticas de eficiência energética*. Disponível em: <http://www.bcsdportugal.org/> -> files -> 496.pdf. Último Acesso em 18 de Maio de 2010.
- [2] SGS Portugal, S. #1 *Caderno Temático*. Disponível em: <http://www.pt.sgs.com/> -> Actividades -> Certificação -> Áreas de Negócio -> Ambiente, Segurança e Energia -> SCE - Sistema de Certificação - Último acesso em 18 de Maio de 2010.
- [3] *Plano de Acção para a Eficiência Energética (2007 - 2012)*. Disponível em: http://europa.eu/index_pt.htm -> Legislação e Tratados -> Sínteses da Legislação na UE -> Energia -> Eficiência Energética - Último acesso em 18 de Maio de 2010.
- [4] *EPBD - Concerted Action*. Disponível em <http://www.epbd-ca.org/> - Último acesso em 31 de Maio de 2010.
- [5] *Livro Verde sobre a eficiência energética*. 2005, Comissão das Comunidades Europeias: Bruxelas. p. 41-42.
- [6] *DIRECTIVA 2002/91/CE DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO de 16 de Dezembro de 2002*. Jornal Oficial das Comunidades Europeias.
- [7] Pereira, M., *Estimativa da Produção de Sistemas Fotovoltaicos Integrados em Edifícios*. 2009, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- [8] *ADENE - Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética (PNAEE)*. Disponível em: <http://www.adene.pt> -> Plano nacional de acção para a Eficiência Energética -> Notícias - Último Acesso em 31 de Maio de 2010.
- [9] *Resolução de Conselho de Ministros 80/2008 - PNAEE*. Disponível em: <http://www.adene.pt> -> Plano nacional de acção para a Eficiência Energética -> PNAEE - Último Acesso em 31 de Maio de 2010.
- [10] *Resolução do Conselho de Ministros n.º 80/2008*. 2008.
- [11] *Certificação Energética e Ar Interior de Edifícios*. 2009. Disponível em <http://www.adene.pt> -> Certificação Energética e Ar Interior EDIFÍCIOS -> Introdução - Último Acesso em 19 de Maio de 2010.
- [12] Ministério da Economia e da Inovação and Ministério da Ciência Tecnologia e Ensino Superior, *Protocolo entre o Estado Português e a Universidade do Porto Fundação Pública de Direito Privado*. 2009.
- [13] Adene. *SCE, RCCTE e RSECE - Âmbito e Aplicação*. Disponível em <http://www.adene.pt> -> Certificação Energética e Ar Interior EDIFÍCIOS -> Apresentação - Último acesso em 19 de Maio de 2010.
- [14] EDP. *Auditoria Energética*. Disponível em www.edp.pt -> empresa -> Serviços de Energia - Último Acesso em 31 de Maio de 2010.
- [15] *Decreto-Lei n.º 78/2006*, Ministério da Economia e da Inovação.
- [16] *"Decreto-Lei n.º 79/2006" - Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE)*. 4 de Abril de 2006.
- [17] Adene, *Perguntas & Respostas sobre o RSECE - Energia*, ed. V. 1.2. 2008.
- [18] *"Decreto-Lei n.º 79/2006" - Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE)*. 2006.

- [19] *Despacho n.º 10250/2008 - Modelo dos Certificados de Desempenho Energético e da Qualidade do Ar Interior*. 8 de Abril de 2008.
- [20] Susana Camelo, Helder Gonçalves, and Eduardo Maldonado, eds. *Manual de apoio à aplicação do RCCTE*. ed. H. Gonçalves and E. Maldonado. 2006.
- [21] *Decreto-Lei n.º 80/2006 - Regulamento das Características de Comportamentos Térmicos dos Edifícios*. 2006.
- [22] ADENE, *Nota Técnica NT-SCE-02 - Metodologia para auditorias periódicas de QAI em edifícios de serviços existentes no âmbito do RSECE*. 2009.
- [23] Ministério da Educação, *Manual de Utilização, Manutenção e Segurança dos Edifícios Administrativos do Ministério da Educação*. 2006. p. 37.
- [24] Adene. *Credenciação RSECE*. Disponível em <http://www.adene.pt> -> Certificação Energética e Ar Interior EDIFÍCIOS -> Credenciação RSECE - Último Acesso em 2 de Junho de 2010.

Anexos

Anexo A - Tarefas de Manutenção Preventiva

Tarefas		
Bomba		
#	Descrição	Frequência
1	Verificar corrosões exteriores e o estado geral das carcaças	A
2	Verificar fugas de água	M
3	Verificar funcionamento geral (manual/automático)	M
4	Verificar comandos eléctricos da bomba	M
5	Verificar tensão e consumos dos motores e comparar c/ nominais	M
6	Verificar se a zona de aspiração da bomba está obstruída	3M
7	Verificar ruídos e vibrações anormais	3M
8	Verificar aquecimentos anormais	3M
9	Revisão geral do conjunto motor/bomba	6M
10	Verificar estado dos isolamentos térmicos e protecções exteriores	A
11	Verificar nível de lubrificante, acoplamentos e empanques	6M
12	Verificar estado dos rolamentos	6M
13	Verificar dispositivos de segurança/fluxóstatos	6M
14	Verificar funcionamento de vasos de expansão (membranas e pressão de funcionamento) ou autoclaves (pressóstatos e controlador)	6M
15	Verificação do arrancador do motor: contactores, relés de manobra e protecção	3M
16	Verificar apoios antivibratórios e suportes	A
17	Verificar ligações eléctricas de alimentação e comando	A
18	Verificar estado de conservação e corrosão	A
19	Verificar válvulas manuais	A
20	Limpeza geral da unidade	A
21	Revisão da pintura do conjunto	A
22	Preenchimento da Ficha de Registos das Operações de Manutenção realizada, anotando as acções complementares efectuadas e estado final do sistema	-

Tarefas		
Caldeira		
#	Descrição	Frequência
1	Verificar funcionamento geral	M
2	Deteção de eventuais fugas	3M
3	Inspecção das válvulas (incluindo válvulas de segurança)	3M
4	Verificação geral do funcionamento de cada conjunto e o sistema	3M
5	Verificar circuitos eléctricos e consumos	3M
6	Controlo condições de combustão/rendimento das caldeiras	3M
7	Inspecção/regulação termóstatos de comando e segurança	3M
8	Inspecção/regulação pressóstatos de comando e segurança	3M
9	Inspecção e afinação da regulação de descarga	3M
10	Verificar funcionamento dos dispositivos de segurança	6M
11	Verificar pressão do circuito de água e inspecção das bombas	6M
12	Verificar elementos de controlo e regulação	6M
13	Verificar e limpar (queimadores, injectores e câmara de combustão)	A
14	Abertura e limpeza geral	A
15	Inspecção de tubulares e juntas	A
16	Inspecção e limpeza do circuito de exaustão de gases	A
17	Reaperto do sistema eléctrico e verificação do estado das cablagens	A
18	Verificar ventilação do local	A
19	Verificar ventiladores de condensação	A
20	Inspecção periódica da caldeira	a)
21	Preenchimento da Ficha de Registos das Operações de Manutenção realizada, anotando as acções complementares efectuadas e estado final do sistema	-

Tarefas		
Chiller		
#	Descrição	Frequência
1	Verificar parâmetros normais e presença de alarmes no controlador	M
2	Verificar estanquidade dos circuitos frigoríficos e vestígios de óleo	M
3	Verificar carga do fluido refrigerante através do visor da linha de líquido	M
4	Verificar temperaturas e pressões nas linhas de baixa e alta	M
5	Verificar ruídos e vibrações anormais	3M
6	Lubrificação dos órgãos móveis	3M
7	Verificar estanquidade das válvulas	3M
8	Verificar termóstato de controlo	3M
9	Verificar sensores de temperatura e pressão	3M
10	Verificar nível de óleo do cárter	3M
11	Verificar compressor	3M
12	Verificar set-point dos pressóstatos de alta e baixa pressão	6M
13	Verificar suporte e fixações das tubagens frigoríficas	6M
14	Inspecção ao funcionamento dos ventiladores do condensador	6M
15	Limpeza da bateria condensadora	6M
16	Verificar apertos dos contactos eléctricos e isolamentos	6M
17	Inspecção dos cabos eléctricos	6M
18	Medição de consumos do chiller	6M
19	Verificar estado de conservação e corrosão	A
20	Verificar e reapertar junções e parafusos de suporte	A
21	Ensaio de acidez do óleo do compressor	A
22	Limpeza geral da unidade	A
23	Limpeza do quadro eléctrico do equipamento	A
24	Preenchimento da Ficha de Registos das Operações de Manutenção realizada, anotando as acções complementares efectuadas e estado final do sistema	-

Tarefas		
Unidades de Tratamento de Ar		
#	Descrição	Frequência
Geral		
1	Verificar funcionamento geral	M
2	Verificar estado dos dispositivos de alarme	M
3	Verificar existência de depósitos ou manchas de água	6M
4	Verificação de rolamentos	6M
5	Reaperto geral	6M
6	Verificar estado de contaminação, deterioração e corrosão	A
Entradas de ar novo e descargas de ar extraído		
7	Verificar estado de contaminação e deterioração do elemento de entrada (rede mosquiteira ou rede anti-pássaros)	A
Módulos de Filtragem		
8	Verificar perdas de carga dos filtros	3M
9	Limpeza do pré-filtro de ar (substituição regular semestral)	3M
10	Limpeza do pré-filtro de ar (substituição regular anual)	3M
11	Verificar correcta vedação entre filtros	3M
12	Verificar estado de contaminação, deterioração e odores	3M
Módulo de Baterias		
13	Verificar funcionamento de baterias	3M
14	Verificar corrosões e oxidações	6M
15	Limpeza e desinfecção da bateria (aquecimento/arrefecimento)	6M
16	Limpeza e desinfecção tabuleiro condensados	6M
17	Limpeza de sifão de drenagem de condensados	6M
18	Verificar estado de purgadores	6M
19	Verificar estado de funcionamento de válvulas	6M
20	Limpeza interior do módulo e verificar fugas de ar	A
21	Verificar sistema de protecção anti-gelo	A
Módulo de Ventilação		
22	Verificar estado do motor eléctrico e sistema de transmissão	3M
23	Verificar corrosões e oxidações	A
24	Verificar apoios anti-vibráticos	A
25	Registar consumos eléctricos dos motores	A
Ligações Hidráulicas		
26	Verificar estanquidade da tubagem e acessórios	3M
27	Verificar pressões	6M
28	Verificar temperaturas	6M
29	Verificar funcionamento dos purgadores	6M
30	Limpeza do filtro de água	A
Ligações Eléctricas		
31	Verificar estado da cablagem	A
32	Verificar estado de estanquidade dos pontos de entrada	A
Sistema de Controlo		
33	Verificar correcto funcionamento do controlador	3M
34	Verificar estado dos dispositivos de controlo, protecção e corte	3M
35	Verificar e registar parâmetros de temperaturas	3M
Interior da Unidade		
36	Limpeza das superfícies interiores	6M
37	Preenchimento da Ficha de Registos das Operações de Manutenção realizada, anotando as acções complementares efectuadas e estado final do sistema	3M

Tarefas		
Ventilador		
#	Descrição	Frequência
Ventilador de Extracção		
1	Verificar funcionamento geral	M
2	Verificar ruídos e vibrações anormais	3M
3	Verificar apoios do ventilador	3M
4	Verificar alinhamento de polias e correias	3M
5	Verificar estado dos dispositivos de alarme e protecção	3M
6	Verificar estado das correias de transmissão	6M
7	Verificar estado dos rolamentos e chumieiras	6M
8	Medição de consumos eléctricos do motor	6M
9	Limpeza geral da unidade	6M
10	Verificar a estanquidade dos painéis	A
11	Verificar apertos dos contactos eléctricos e isolamentos	A
12	Verificar estado de conservação e corrosão	A
13	Preenchimento da Ficha de Registos das Operações de Manutenção realizada, anotando as acções complementares efectuadas e estado final do sistema	3M

Tarefas		
Iluminação		
#	Descrição	Frequência
Iluminação normal		
1	Verificar estado e funcionamento dos pontos luminosos (detectar e substituir lâmpadas e balastros avariados)	M
2	Verificar a presença de sobreaquecimentos	M
3	Limpar o conjunto das iluminárias, a grelha da luminária, as armaduras difusoras, os globos, etc.	M
4	Controlo da continuidade das massas das iluminárias à terra	A
5	Verificar estanquidade das luminárias exteriores	A
6	Substituição das lâmpadas fundidas	S
Iluminação de emergência		
7	Verificar estado e funcionamento dos pontos luminosos (detectar e substituir lâmpadas, balastros e baterias avariados)	M
8	Verificar a existência de sinalética das saídas de emergência	M
9	Testar funcionamento da iluminação de emergência	M
10	Preenchimento da Ficha de Registos das Operações de Manutenção realizada, anotando as acções complementares efectuadas e estado final do sistema	-

Tarefas		
Radiador		
#	Descrição	Frequência
1	Verificar estado de funcionamento	M
2	Verificar existência de fugas de água e sintomas de condensações	M
3	Verificar funcionamento de purgadores e eliminar ar nas tubagens	3M
4	Verificar estado de conservação e corrosão	3M
5	Verificar sistema de regulação e controlo (válvulas/sensores)	6M
6	Verificar e acertar caudais de água	6M
7	Verificar temperatura de ida e retorno e comparar com projecto	6M
8	Limpeza	A
9	Preenchimento da Ficha de Registos das Operações de Manutenção realizada, anotando as acções complementares efectuadas e estado final do sistema	-

Tarefas		
Rede Hidráulica		
#	Descrição	Frequência
Tubagens		
1	Verificar existência de fugas de água	M
2	Verificar corrosões, isolamentos, pinturas, suportes e juntas dilatação	6M
3	Verificar purgadores e enchimento de todos os ramais	6M
Compensadores de dilatação		
4	Verificar fugas de água e deformações	A
Acoplamentos elásticos		
5	Inspecção de deformações e fugas de água	M
Válvulas		
6	Verificar corrosões, empanques e teste de abertura e fecho	6M
Depósitos acumuladores		
7	Verificar corrosões e estado do isolamento térmico	6M
8	Inspecção do funcionamento de todas as válvulas	6M
9	Inspecção interior e limpeza	A
10	Calibração de manómetros e termómetros	A
Vasos de expansão abertos		
11	Verificar funcionamento dos níveis máx. e mín.	6M
12	Limpeza interior e exterior	A
Vasos de expansão fechados		
13	Verificar corrosões e inspeccionar membrana	6M
14	Verificar fugas e pressão do ar na câmara	6M
15	Verificar pressões e válvula de segurança	6M
16	Verificar funcionalidade de pressóstatos e válvulas de selenóide	6M
17	Verificar funcionamento do compressor de ar	A
Filtros de água		
18	Inspecção de fugas de água	6M
19	Limpeza dos filtros	A
Ânodos de protecção		
20	Verificar estado de conservação	A
Contadores de água		
21	Verificar corrosões e fugas de água	M
22	Registo de consumos	M
23	Limpeza de filtros e aferição de medições	6M
Medidores de caudal		
24	Verificar corrosões e fugas de água	M
25	Registo de consumos	M
26	Verificar estado de funcionamento e aferição de medições	6M
Interrupções de fluxo		
27	Verificar corrosões e fugas de água	M
28	Limpeza interior da tubagem	A
29	Aperto de contactos e verificar estado de funcionamento	A
30	Preenchimento da Ficha de Registos das Operações de Manutenção realizada, anotando as acções complementares efectuadas e estado final do sistema	-

Tarefas		
Sistema de Incêndio		
#	Descrição	Frequência
Sistema de detecção		
1	Verificar funcionamento geral e alarmes	3M
2	Verificar sinalização sonora e testes visuais	3M
3	Verificar sinais analógicos aos Q.E. energia	3M
4	Verificar bateria de suporte à central	A
Sistema de extinção		
Grupo de bombagem		
5	Verificar alarmes	M
6	Verificar bombas jockey + principais	M
7	Verificar pressão de água e manómetros	M
8	Verificar funcionamento de vasos de expansão (membranas e pressão de funcionamento) ou autoclaves (pressóstatos e controlador)	M
Cisterna		
9	Verificar sistema de reposição de água à cisterna	M
10	Verificar detectores nível	M
Carretéis		
11	Verificar o estado de fixação dos equipamentos	M
Mangueiras		
12	Verificar estado	M
Extintores		
13	Verificar o estado de fixação dos equipamentos	M
14	Preenchimento da Ficha de Registos das Operações de Manutenção realizada, anotando as acções complementares efectuadas e estado final do sistema	-

Tarefas		
Rede Aeráulica		
#	Descrição	Frequência
Condutas		
1	Verificar corrosões e aplicação de isolamentos	A
2	Inspecção interior e limpeza	A
3	Verificar caudais e comparar com projecto	A
Registos corta-fogo		
4	Verificar estado e teste ao funcionamento	A
5	Verificar que o registo fica aberto após inspecção	A
Registos motorizados		
6	Verificar corrosão e posição das lâminas	A
7	Verificar funcionamento dos servomotores e apertos eléctricos	A
Elementos de difusão, retorno e extracção de ar		
8	Limpeza das superfícies	A
9	Verificar caudais e comparar com projecto	A
10	Preenchimento da Ficha de Registos das Operações de Manutenção realizada, anotando as acções complementares efectuadas e estado final do sistema	-

Tarefas		
Quadro Eléctrico		
#	Descrição	Frequência
1	Verificar funcionamento geral e pesquisa de anomalias	M
2	Verificar fixação da aparelhagem	M
3	Verificar estado dos dispositivos de segurança e corte	M
4	Verificar dispositivos de sinalização, alarme e presença de fase	M
5	Medição de tensões e intensidades de todos os circuitos e determinar desequilíbrios	3M
6	Medição de terras	3M
7	Verificar aparelhos de medida	6M
8	Verificar estado de fusíveis e disjuntores	6M
9	Verificação do estado dos contactores e relés	6M
10	Verificar relógios e outros controladores	6M
11	Verificação e reaperto de todos os terminais de ligação	6M
12	Verificar isolamento eléctrico das cablagens	6M
13	Limpeza geral do quadro e reparação de pontos de corrosão	A
14	Verificação termográfica	A
15	Medição da resistência de isolamento da cablagem eléctrica	A
16	Preenchimento da Ficha de Registos das Operações de Manutenção realizada, anotando as acções complementares efectuadas e estado final do sistema	-

Tarefas		
Rede de Gás		
#	Descrição	Frequência
1	Detecção de fugas	A
2	Estado de funcionamento das torneiras	A
3	Substituição de tubos de ligação aos aparelhos	A
4	Preenchimento da Ficha de Registos das Operações de Manutenção realizada, anotando as acções complementares efectuadas e estado final do sistema	-

Tarefas		
Unidades Split e VRV		
#	Descrição	Frequência
Unidade interior		
1	Verificar funcionamento geral do equipamento	M
2	Limpeza da grelha de ar	M
3	Limpeza do filtro de ar	M
4	Verificar e medir temperaturas de ar (insuflação/retorno)	6M
5	Limpeza do tabuleiro de condensados e sifão	A
6	Limpeza do ventilador	A
7	Limpeza do permutador	A
Unidade exterior		
8	Verificar funcionamento do ventilador	6M
9	Limpeza do permutador	6M
10	Medição de temperaturas de funcionamento do circuito frigorífico	A
11	Medição de pressão de funcionamento do circuito frigorífico	A
12	Verificar válvula inversora e de expansão	A
13	Medição dos consumos energéticos nominais do equipamento	A
14	Verificar ruídos anormais e apoios do compressor	A
15	Verificar apertos dos contactos eléctricos	A
16	Verificar corrosões	A
17	Verificar e reparar isolamentos (se necessário)	A
18	Limpeza geral da unidade	A
19	Preenchimento da Ficha de Registos das Operações de Manutenção realizada, anotando as acções complementares efectuadas e estado final do sistema	-

Tarefas		
UPS		
#	Descrição	Frequência
1	Verificar estado de funcionamento	M
2	Verificar tensões das baterias	3M
3	Verificar nível de água das baterias	3M
4	Verificar estado das ligações eléctricas	6M
5	Verificar a validade das baterias	A
6	Limpeza geral das unidades	A
7	Preenchimento da Ficha de Registos das Operações de Manutenção realizada, anotando as acções complementares efectuadas e estado final do sistema	-

Anexo B - Edifícios Inseridos no PE3UP

Edifício / Complexo de Edifícios : UP	
A	Reitoria e Faculdades
A.1	Reitoria (RUP)
A.2	Faculdade de Arquitectura
A.3	Faculdade de Belas Artes
A.4	Faculdade de Ciências
A.5	Faculdade de Desporto
A.6	Faculdade de Direito
A.7	Faculdade de Economia
A.8	Faculdade de Engenharia
A.9	Faculdade de Letras
A.10	Faculdade de Psicologia e Ciências da Educação
A.11	Faculdade de Medicina Dentária

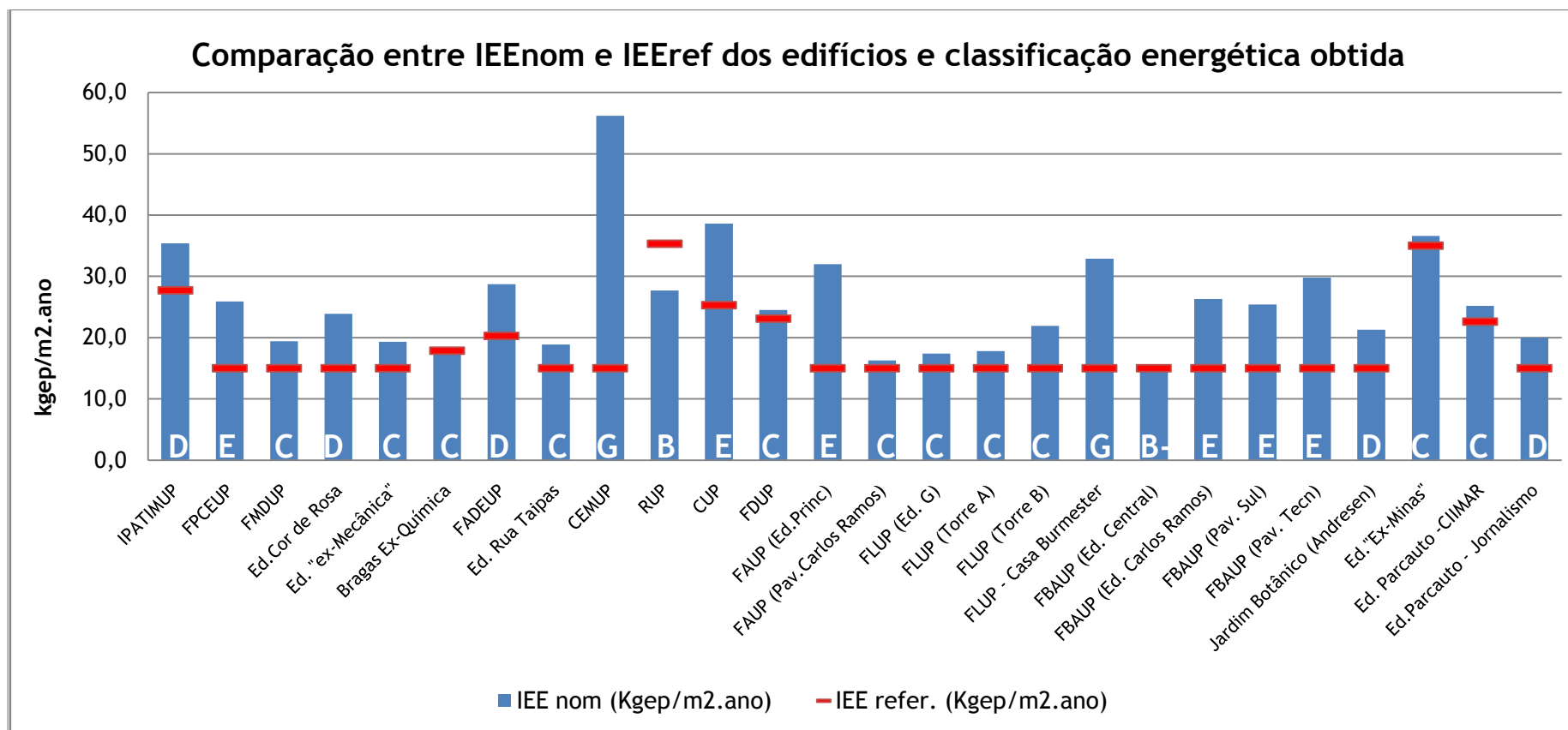
B	Serviços de Acção Social : SASUP
B.1	Residências Universitárias
B.1.1	Aníbal Cunha
B.1.2	Bandeirinha
B.1.3	Alberto Amaral
B.1.4	Paranhos
B.1.5	Campo Alegre I
B.1.6	Jayme Rios de Sousa
B.1.7	S. João de Brito
B.2	Residências + Cantinas universitárias
B.2.1	Ciências
B.2.2	Letras (Novais Barbosa)
B.3	Unidades Alimentares
B.3.1	Engenharia
B.3.2	S. João
B.4	Cantinas e bares (parcelas de edifícios)
B.4.1	Belas Artes
B.4.2	Desporto
B.4.3	Economia
B.4.4	Farmácia
B.4.5	Biomédicas
B.4.6	Medicina
B.5	Armazém / lavandaria da Carvalhosa (parcela de edifício)

C	Outros edifícios de ensino, de investigação, de transferência de tecnologia: UP - I&Di
C.1	Complexo da Rua dos Bragas - Edifício Parcauto (CIIMAR)
C.2	Complexo da Rua dos Bragas - Edifício Parcauto (Jornalismo e Comunicação)
C.3	Complexo da Rua dos Bragas - Edifício Rosa
C.4	Complexo da Rua dos Bragas - Edifício ex-Minas
C.5	Complexo da Rua dos Bragas - Edifício ex-Química
C.6	Edifício da Rua de Ceuta
C.7	Edifício CEMUP
C.8	Edifício do Jardim Botânico
C.9	Edifício Rua das Taipas
C.10	Edifício do IPATIMUP

D	Outros edifícios de actividades culturais e desportivas: UP - Cultura e Desporto
D.1	Complexo da Rua dos Bragas - Edifício ex-Mecânica
D.2	Edifício do Círculo Universitário
D.3	Instalações Desportivas da Rua da Boa Hora
D.4	Casa Museu Abel Salazar

E	FIMS
E.1	Fundação Instituto Marques da Silva - Praça do Marquês de Pombal, nº 30
E.2	Fundação Instituto Marques da Silva - Praça do Marquês de Pombal, nº 44

Anexo C - Classificação Energética¹⁹



¹⁹ A classificação energética demonstrada é retirada directamente dos relatórios das auditorias. A classificação em muitos dos casos foi efectuada por edifício, quando existia um complexo de edifício, como por exemplo o caso da FLUP e FBAUP.